


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

Director: Dr. REINALDO VANOSSI

TOMO CLXXIX

BUENOS AIRES
Avda. Santa Fe 1145

1965

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: Dr. REINALDO VANOSSI

ENERO-FEBRERO 1965 — ENTREGAS I-II — TOMO CLXXIX

SUMARIO

BUENOS AIRES

AVDA. SANTA FE 1145

1965

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Art. 10 del Reglamento de los « ANALES » (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de Septiembre de 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los « Anales », serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director.

Impreso en Imprenta Coni - Perú 684 - Buenos Aires - República Argentina

NUEVAS ESPECIES DE TRIZOGENIATES

(COL. SCARAB. RUTEL. GENIATINI)

Por ANTONIO MARTINEZ[1]

RESUMÉ

L'auteur décrit dans ce travail, quatre espèces et une sous-espèce nouvelles du genre *Trizogeniates* Ohaus (Scarabaeidae, Rutelinae, Geniatini), provenantes d'Argentine Bolivie et Brésil. La première, *T. barrerai* sp. nov., est du groupe de *T temporalis* Ohaus, *T. tibialis* Ohaus et *T. navajasi* Martínez, et différe d'elles par la sculpture du pygidium; elle est de Bolivie. La seconde, *T. traubi* sp. nov., d'Argentine, appartient au groupe du *T. vittatus* (Lucas), mais en diffère par la forme générale du corps et de la sculpture. La troisième, *T. travassosi* sp. nov., est une intéressante espèce du Brésil, très proche du *T. costatus* Ohaus; elle s'en sépare par la sculpture du pygidium et région dorsale du corps. La quatrième espèce, *T. bordoni* sp. nov., aussi du Brésil, appartient au groupe de *T. laevis* (Camerano), mais elle est très différente de celle-ci, par la forme du clypeus, du pronoto, etc. *T. vittatus subandinus* ssp. nov., est une sous-espèce provenant d'Argentine (Salta), et se sépare de la sous-espèce nominotypique par le forme du clypeus et la sculpture du corps. Toutes les nouvelles formes ici décrites, son illustrés avec le schema des paraméres.

Durante la revisión de las especies del género *Trizogeniates* encontradas en Argentina, Bolivia y Brasil, hemos hallado cuatro especies y una subespecie provenientes de esos países, a nuestro juicio inéditas, por lo que previo a ese trabajo, daremos la descripción de las mismas.

Agradecemos a todas las personas, que de una manera u otra han colaborado en la confección de este trabajo, remitiéndonos mate-

[1] Investigador de la Carrera. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; adscripto al Departamento Técnico de la Sanidad Militar Argentina. 8ª Contribución al conocimiento de los Geniatini.

rial de estudio y, entre las que tenemos que mencionar muy especialmente al Tcl. médico, Dr. Lauro P. Travassos, del Instituto "Oswaldo Cruz" de Río de Janeiro, por la donación de los ejemplares de la nueva especie que tenemos el honor de dedicarle; al Sr. Francisco H. Walz de Buenos Aires, por el obsequio de algunos ejemplares de *Trizogeniates laticollis* Ohaus y de un ejemplar de *T. vittatus*, posiblemente subespecie nueva procedente de Bolivia y, al Sr. Rodolfo Zischka, actualmente en Munich, Alemania, por el ejemplar de *T. trivittatus* Ohaus, de Santa Cruz de la Sierra, también de Bolivia.

Los dibujos de los parámeros del genital macho de las nuevas especies, son presentados en forma esquemática, para guía en la mejor determinación de las mismas, agradeciendo a la señora Beatriz S. de Coronel la ayuda prestada en la confección de los mismos.

Trizogeniates barrerai sp. nov.

(Fig. 1 *a-b*)

Diagnosis: Trizogeniates temporalis Ohaus, *T. tibialis* Ohaus y *T. zischkai* Martínez próximo. Difiere de todas ellas por la escultura del pigidio, apretada y transversalmente rugosa. También de *T. temporalis* lo reconocemos por la distinta puntuación del pronoto; por la forma del espolón dorsal de la tibia posterior, que no es muy largo y con el ápice redondeado y, el color de ésa y tarso posterior que es negro-píceo. De *T. tibialis* además lo separamos por la diferente escultura del pronoto y élitros y, especialmente por el 1er. artejo del tarso posterior, que es más corto que los tres siguientes combinados. De *T. zischkai* lo distinguimos por la distinta escultura de los élitros y coloración de la tibia posterior.

Descripción

Poco brillante; color general pardo-amarillento, con las siguientes partes más o menos oscurecidas: en la cabeza la sutura clípeo-frontal, regiones laterales y posterior de la frente y vértice; ápices del labro, del mentón, maxilas y mandíbulas; en el pronoto los bordes muy finamente marginados, y una mancha discal ensanchada, irregular, a veces dividida y más o menos extendida, que no alcanza los bordes; todo el escudete; en los élitros los interespacios 1-3-5-7 y región lateral, aunque puede faltar en 1 y 3 y,

nunca alcanzando el ápice distal; en la tibia anterior el borde lateral; en la tibia media el ápice distal y algo las dos quillitas laterales oblicuas y, toda la tibia y tarso posterior. La pilosidad que cubre las diferentes regiones del cuerpo de color dorado, excepto las sedas espiniformes gruesas de las tibias medias y posteriores que son oscurecidas.

Dorsalmente glabro, ventralmente con pilosidad dispersa, excepto en el pigidio y patas, donde es más tupida. Cabeza con el borde clipeal poco arqueado y levemente elevado; la superficie punteada, los puntos impresos y mediocres, más apretados y fuertes en el clípeo. Antenas de 10 artejos, la maza pequeña. Pronoto corto y ancho; los bordes totalmente marginados, con los laterales arqueados y el posterior en arco algo sinuoso; ángulos anteriores

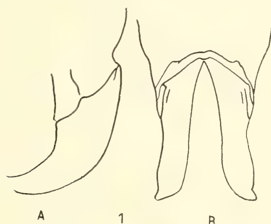


Fig. 1. — *Trizogeniates barrerai* sp. n., Parámeros: A, norma lateral; B, dorsal

salientes y aguzados, los ángulos posteriores obtusos y redondeados; superficie punteada, los puntos pequeños, bastante tupidos, pero no aglomerados, poco más impresos en la ♀. Escudete pequeño, ogival, punteado, excepto en el ápice. Elitros con las costillas poco realzadas pero notables; la región sutural terminando por detrás en angosto y aguzado burlete; superficie con puntos pequeños y poco definidos en la región basal, que se ralean y pierden hacia atrás, tomando aspecto coriáceo; en el ♂, lateralmente, se pueden notar tres hileras longitudinales de puntos medianos, que se pierden antes de la altura del callo distal; epipleuras características para el género. Tibia anterior con tres pequeños dientes laterales, el medial más aproximado del distal que del proximal; espolón fino, largo y aguzado. Tarso del ♂ con los cuatro primeros artejos achatados y foliáceos y con densa suela plantar; en la ♀ simples; el 5º artejo normal para las especies del género

y con la uña externa simple, la interna mayor y profundamente hendida en el ápice. Tibia media en la faz ventrolateral con dos quillitas oblicuas; espolones espiniformes; tarso del ♂ con los cuatro primeros artejos foliáceos como en el par precedente, pero menos ensanchados, la ornamentación similar; en la ♀ simple. Tibia posterior conformada similarmente a la media, pero mayor, y la escultura más diluida, también la ornamentación de pelos es más rala; espolones espiniformes, achatados y con el ápice romo, el dorsal subigual al 1er artejo tarsal, el ventral poco más corto que éste. Tarso decreciente del 1º al 4º artejo, aquél siempre subigual a la suma de los 2º y 3º; en el ♂ con el revestimiento piloso de la faz ventral más abundante que en la ♀; 5º artejo y uñas similares a los del par precedente. Abdomen en los esternitos con hilera transversal medial de puntos pilíferos, los pelos largos, finos y decumbentes. Pigidio con apretadas arrugas transversales, poco marcadas y con pilosidad bastante larga y tupida. ♂ con los parámeros simétricos (fig. 1 *a-b*), libres desde la base, arqueados dorso-ventralmente y aguzados hacia el ápice, que es romo (parámeros del tipo de *T. navajasi* Martínez).

Largo: 20-16,5 mm; ancho: 9-8,5 mm aproximadamente.

Ejemplares examinados y procedencia: 3 (2 ♂♂ y 1 ♀) de Bolivia, departamento de Cochabamba, provincia de Chapare, Locotal 1.100 m, XI-1954 (A. Martínez, coll.) a la luz. Holotipo ♂, Alotipo ♀ y 1 Paratipo ♂ en la colección del autor.

Dedicamos con gran placer esta especie a nuestro amigo el entomólogo prof. Dr. Alfredo Barrera, de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (IPN) de México, que nos honra con su amistad, y como homenaje a su valiosísima contribución científica, principalmente en el estudio de Suctoria.

Trizogeniates traubi sp. nov.

(Fig. 2 *a-b*)

Diagnosis: Trizogeniates vittatus (Lucas) y *T. planipennis* Ohaus próximo. Difiere del primero en la forma general del cuerpo, poco más convexa; el pronoto con los ángulos anteriores y posteriores más marcados, aquéllos más aguzados y distinta escultura; los élitros con interespacios angostos, sulciformes, y en la forma del genital del ♂. De *T. planipennis* lo reconocemos por la distinta for-

ma de la cabeza; pronoto con los ángulos más marcados y la puntuación diferente; por los élitros con los interespacios sulciformes; el pigidio sin escultura definida y, principalmente, por la forma del genital del ♂.

Descripción

Con moderado brillo de seda, dorsalmente convexo. Color general pardo-rojizo, con las siguientes partes ennegrecidas: cabeza, en la región dorsal, excepto una pequeña mancha medio-anterior en la frente y todo el clípeo; ventralmente los bordes distales del

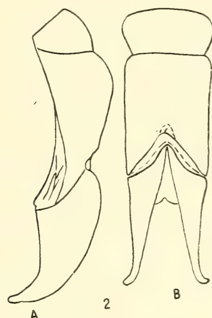


Fig. 2. — *Trizogeniates traubi* sp. n. Falobase y parámeros: A, norma lateral; B, dorsal

labro y mentón; el pronoto, excepto una angosta e irregular zona anterior y los bordes laterales; escudete; los élitros en casi toda su superficie, exceptuándosee tres bandas longitudinales angostas claras, la lateral más ancha y alcanzando el ápice distal y finalizando un poco por dentro y debajo del callo distal, y la tibia anterior en el borde lateral; el tarso de la pata posterior es píceo. La pilosidad que cubre las diferentes regiones del cuerpo, de color amarillo dorado, ora más claro, ora más oscuro. Dorsalmente glabro, la región ventral con pilosidad muy escasa en el metasternón y abdomen, más tupida en los prosternón, mesosternón y patas. Cabeza con el clípeo en arco de borde elevado; sutura clípeo-frontal casi recta; la superficie punteada, los puntos mediocres, ocelados, bastante densos, sobre el clípeo y medial y anteriormente en la frente poco más ralos, casi coalescentes sobre los bordes oculares. Antenas de 10 artejos, la maza subigual en ancho a la suma

de los artejos 2º a 7º. Pronoto corto y ancho, totalmente marginado, los ángulos anteriores salientes y aguzados, los ángulos posteriores rectos, pero de ápice redondeado; bordes laterales en arco; superficie rasa, pero bastante apretadamente punteada, los puntos raleándose y perdiéndose hacia los bordes laterales. Escudete ogival, punteado irregularmente, los puntos poco más aglomerados lateral y basalmente. Elitros en el disco con tres elevaciones costiformes, contando la sutural, habiendo en los interespacios dejados entre ellas líneas sulciformes longitudinales de puntos, menos marcados que las que delimitan las costillas; lateralmente a la 3ª costilla, con cuatro líneas longitudinales de puntos, algo impresas en surco, siendo la lateral muy borrosa en el tercio proximal; la superficie entre las líneas de puntos es finamente chagrinada; callos humeral y distal poco notables; epipleuras normales para las especies del género. Tibia anterior con tres dientes medianos en el tercio distal, los medio y apical un poco más aproximados entre sí que aquél con el proximal; espolón espiniforme; tarso con los cuatro primeros artejos achatados y foliáceos, la faz ventral con tupida suela plantar, 5º artejo normal, las uñas con la interna mayor y mediocremente hendida en el ápice, la lateral simple y aguzada. Tibia media con dos quillitas oblicuas en la faz látero-ventral; espolones cortos, aguzados, el dorsal mayor; tarso con los artejos 1º a 4º muy poco ensanchados, ventralmente con pilosidad tupida, 5º artejo normal, las uñas con la lateral mayor y cortamente hendida en el ápice distal, la medial simple. Tibia posterior con formato y escultura similar a la tibia media, pero más larga y casi glabra en la faz medial; espolones espiniformes, más cortos que el 1er artejo tarsal, el ápice aguzado, el dorsal más largo; tarso con los artejos 1º a 4º decrecientes, el 1º menor que la suma de los 2º y 3º, 5º y uñas similares a los del par precedente, la faz ventral de todos con abundante e hirsuta pilosidad. Abdomen prácticamente glabro, en los esternitos con algunas sedas cortas y fuertes, implantadas en línea transversal lateralmente. Pigidio con escultura alutácea muy diluida, las arruguitas transversales son algo aparentes únicamente en la base y con aumento; el ápice, sobre el borde, con algunas seditas ralas. Genital con los parámeros (fig. 2 *a-b*) simétricos, alargados, cada uno en forma de cuña lateral atenuada distalmente y en el ápice, que es romo, algo saliente (parámeros del tipo de *T. vittatus* (Lucas)).

♀ desconocida.

Largo: 16 mm; ancho: 7,5 mm aproximadamente.

Ejemplares examinados y procedencia: 1 ♂ Holotipo de Argentina, provincia de Misiones, Puerto Esperanza, XI-1946 (A. Martínez, coll.), a la luz, en la colección del autor.

Es ésta la segunda especie del género que se señala para nuestro país, ya que *Geniates marginicollis* Ohaus, transferido por nosotros al género *Trizogeniates*, tiene que ser excluido de éste, volviéndolo a colocar provisoriamente en *Geniates*, donde fuera descripto. Las otras especies conocidas de Argentina son *T. navajasi* Martínez y una nueva subespecie de *T. vittatus*, que es descripta más adelante.

Tenemos el agrado de dedicar esta interesantísima especie al coronel médico Dr. Robert Traub, U. S. Army, proffesor of Microbiology, University of Maryland, School of Medicine, U.S.A., por sus atenciones durante nuestra estada en México y por sus importantes contribuciones científicas, principalmente en Suctoria (Insecta).

Trizogeniates travassosi sp. nov.

(Fig. 3 *a-b*)

Diagnosis: Trizogeniates costatus Ohaus próximo, difiere principalmente por la escultura del pigidio, que es liso; escultura de la región dorsal del cuerpo, diferente, y forma del espolón superior de la tibia posterior, que es aguzado.

Descripción

Alargado-oval, dorsalmente con convexidad moderada y glabro, ventralmente poco piloso. Color general amarillo castaño, con leve brillo sedoso y las siguientes regiones oscurecidas: en la cabeza, frente y vértice, la primera total o parcialmente; borde libre del labro, ápices del mentón, maxilas y mandíbulas; en el pronoto una mancha medial o posterior preescutelar, entera o dividida y más o menos extendida e irregular, pero de tamaño moderado o pequeño, y los bordes anterior total o parcial y posterior parcialmente; escudete; élitros en casi su totalidad, dejando sólo una angosta área discal o, en algún ejemplar, sólo marginando angostamente los bordes laterales y extendiéndose algo más en el ápice distal; en las patas la articulación fémoro-tibial, el borde lateral de la

tibia anterior y tarsos de todas las patas; en algunos ejemplares las regiones laterales del metasternón están un tanto oscurecidas. La pilosidad que cubre las diferentes regiones del cuerpo es dorada y más o menos clara u oscura; las sedas cortas y gruesas de las tibias medias y posteriores son castaño-píceas. Cabeza con el borde anterior del clípeo arqueado y elevado en fina quilla; la superficie de la región dorsal punteada; en el clípeo los puntos más grandes e irregulares, rasos y ocelados, pudiendo algunos ser coalescentes; en la frente simples y algo aglomerados; en el vértice simples y muy finos; sutura clípeo-frontal impresa y bien notable. Antenas de 10 artejos, la maza angosta, su ancho subigual al largo de

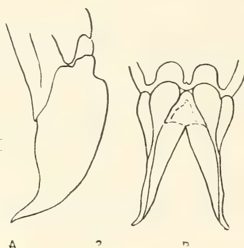


Fig. 3. — *Trizogeniates travassosi* sp. n. Parámeros: A, norma lateral; B, dorsal

los artejos 2º a 7º. Pronoto con los ángulos marcados, los anteriores salientes y aguzados, los posteriores casi rectos y de ápice redondeado; los bordes totalmente marginados, los laterales en arco regular; la superficie algo irregular, dispersa y tenuemente micropunteada. Escudete en ojiva alargada, con la superficie microscópica y dispersamente punteada, excepto sobre los bordes laterales, donde es algo impresa en surco y los puntos se aglomeran y se tornan más notables. Elitros alargados, muy levemente ensanchados distalmente, con 9 ó 10 líneas longitudinales de puntos más o menos impresas; la sutural profundizándose en surco en el tercio distal; las 2ª y 8ª y, cuando es impresa, la 9ª, acortadas y menos notables que las restantes; lateralmente a la 9ª ó 10ª con dos o una línea de puntos; interespacios convexos, pero poco elevados, el sutural angostándose y marcándose en el tercio distal; en los 2º y 7º interespacios, con líneas de puntos suplementarias que pueden imprimirse en surco en la mitad o tercio distal; en el 7º, en

la región basal, los puntos dispuestos desordenadamente; epipleuras normales para las especies del género. Regiones esternales del tórax con arruguitas y puntuación poco marcada. Tibia anterior con dos dientes laterales medianos, notables y aguzados, y uno basal muy poco conspicuo y a veces inaparente, por lo que la tibia parece tener sólo dos dientes; espolón espiniforme; tarso con los artejos 1º a 4º aplanados y foliáceos, la faz ventral con suela plantar densa, 5º normal; uñas poco arqueadas, gráciles, la interna mayor y hendida cortamente en el ápice. Tibia media con dos quillitas oblicuas y marginadas con sedas espiniformes en la faz ventro-lateral, que también tiene otras seditas similares dispersas en la superficie y marginando al ápice distal, la faz interna con pilosidad más larga y sedosa; espolones espiniformes, el dorsal muy alargado; tarso con los artejos 1º a 4º engrosados, la faz ventral de éstos con densa y larga pilosidad, el 5º también con pilosidad en la faz ventral, pero ésta muchísimo más rala; uñas largas, más que el 5º artejo, gráciles, la externa mayor y cortamente hendida en el ápice. Tibia posterior más larga que la del par precedente, de conformación y ornamentación similar, pero los relieves menos marcados y la pilosidad más rala; espolones espiniformes, aguzados, el dorsal más largo que el 1er artejo tarsal; tarso cilindroide, del 1º al 4º artejo decrecientes, el 1º subigual en largo a la suma de los 2º y 3º, 5º y uñas similares a las del par medio, todos los artejos en la faz ventral con pilosidad larga y bastante densa. Abdomen con los esternitos micropunteados y lateralmente con finas arruguitas; en la mitad posterior éstos con una hilera transversal, rala, de puntos pilíferos, los pelos espinosos, decumbentes. Pigidio convexo, a cada lado en la mitad distal con depresión alargada y adosada al borde; la superficie con micropuntuación dispersa; al ojo desnudo lisa y con brillo sedoso. Genital con los parámeros simétricos (fig. 3 *a-b*), laterales, libres desde la base; cada uno con aspecto triangular alargado, arqueado dorso ventralmente, algo sinuosos y de ápice muy aguzado. (Parámeros del tipo de *T. bicolor* Ohaus).

♀ desconocida.

Largo: 19,5-18 mm; ancho: 8-7,5 mm aproximadamente.

Ejemplares examinados y procedencia: 4 ♂♂ (Holotipo y 3 Paratipos ♂♂) de Brasil, Estado de Río de Janeiro. 3 ♂♂ de Itatiaia, L. 41, 1.300 m, 10/12-X-1940 (Travassos-Albuquerque y Pearson,

leg.) y 1 ♂ de Theresópolis, I-1940 (Travassos y Freitas, leg.), todos en la colección del autor.

Es esta especie muy similar a *T. costatus* Ohaus, de la que difiere a primera vista, entre otros caracteres, por la escultura del pigidio.

Tenemos el placer de dedicarla a nuestro amigo el teniente coronel médico, Prof. Dr. Lauro P. Travassos, del Instituto "Oswaldo Cruz", de Río de Janeiro, por sus atenciones para con nosotros y cesión del material aquí estudiado.

Trizogeniates bordoni sp. nov.

(Fig. 4 *a-b*)

Diagnosis: Especie del grupo de *Trizogeniates laevis* (Camerano) y también próxima a *T. bicolor* Ohaus y *T. catoxanthus* (Burmeister). Se separa de la primera por la diferente forma del clípeo, más corto, escultura de la cabeza con puntuación diferente; forma del pronoto, cuyos ángulos anteriores son menos marcados y menos salientes y la puntuación, que aunque también rala y fina, lo es menos y algo más marcada; por la escultura de los élitros, que presentan tres líneas costiformes longitudinales poco más elevadas y por lo tanto aparentes, y por la escultura del pigidio que no tiene arruguitas transversales; como carácter de importancia, los parámeros del genital del ♂, que aunque de tipo parecido, son de formato diferente. De *T. bicolor*, con el que es muy próximo, lo reconocemos, entre otros caracteres, por presentar los ángulos anteriores del pronoto menos salientes y menos aguzados; la escultura de los élitros diferente, notándose claramente las tres líneas costiformes longitudinales y puntuación distinta; el tarso posterior con el 1er artejo más corto que la suma de los 2º y 3º artejos, subigual a esos en *bicolor*, y el genital del ♂ con los parámeros de distinto formato. Finalmente de *T. catoxanthus*, que es con el que tiene más analogías, se reconoce por la escultura de los élitros, que aunque parecida, es más marcada, y por los genitales del ♂, cuyos parámeros, de tipo similar, son diferentemente conformados. Con *T. terricola* Ohaus, especie que no conocemos "in natura", e insuficientemente descripta, la separamos por la distinta escultura.

Descripción

Alargada-subparalela, dorsalmente convexa y glabra, ventralmente poco pilosa. Moderadamente brillante; color general castaño-amarillento, con las siguientes partes ennegrecidas: en la cabeza el borde clipeal, sutura clípeo-frontal, la frente excepto una mancha medial anterior triangular de ápice posterior, vértice, finalmente el borde del mentón y ápices de las maxilas y mandíbulas; en el pronoto puede haber una gran mancha que ocupa toda la superficie, o haber varias pequeñas discales y gran parte del borde posterior; escudete; los élitros pueden ser casi totalmente ennegrecidos o únicamente serlo en la base y bordes, finalmente la tibia anterior en un angosto margen sobre los dientes laterales; los tar-

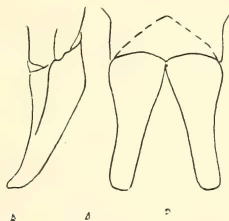


Fig. 4. — *Trizogeniates bordoni* sp. n. Parámeros: A, norma lateral; B, dorsal

sos de todas las patas son algo más oscurecidos que el resto del miembro. La pilosidad que cubre las diferentes regiones del cuerpo, de color dorado, ora más claro, ora más oscuro. Cabeza con el clípeo más gruesa y fuertemente punteado que el resto de la faz dorsal de la cabeza, los puntos pueden ser ocelados y coalescentes o separados entre sí; el borde clipeal es elevado en arista; frente y vértice con los puntos simples, pequeños y espaciados, poco más aglomerados por detrás y lateralmente en el vértice. Antenas de 10 artejos, gráciles, la maza angosta y delicada, su ancho mucho mayor que el largo de los artejos 2º a 7º combinados. Pronoto totalmente marginado; los ángulos marcados, los anteriores poco salientes y ligeramente aguzados, los posteriores obtusos y redondeados; bordes laterales en arco regular; superficie sin o con impresión medial longitudinal poco notable y espaciadamente micropunteada. Escudete en lengüeta ojival, punteado microscópicamente o liso. Elitros con tres elevaciones costiformes algo realzadas, con-

tando el sutural, y 12 líneas longitudinales de puntos más o menos impresas, contando las que limitan las elevaciones costiformes, los puntos ocelados, medianos y mediocremente impresos; en los interespacios 1º y 2º con una hilera longitudinal y medial de puntos; la primera elevación o sutural, angostándose caudalmente, y la línea de puntos impresionándose visiblemente allí; lateralmente, entre las líneas de puntos, algunas otras hileras mal definidas; epipleuras normales para las especies del género. Región esternal del tórax muy dispersa y ralamente pilosa, si se exceptúa el tubérculo medial anterior del preesterno y el tubérculo del esternelo, esto es normal a todas las especies casi glabras. Tibia anterior con tres dientes laterales, el proximal muy pequeño y en algún ejemplar casi inaparente, los medial y distal mediocres, aguzados; espolón espiniforme, aguzado; tarso con los artejos 2º a 4º foliáceos, el 1º muy brevemente dilatado en el ápice y allí ventralmente, al igual que la misma faz de los 2º a 4º, con tupida pilosidad (suela plantar), 5º artejo normal; uñas con la medial mayor y hendida en el ápice, la externa simple. Tibia media en la faz látero-ventral, con dos quillitas oblicuas marginadas, al igual que el ápice distal, con sedas espiniformes, habiendo también algunas sedas del mismo tipo dispersas por la superficie de la misma faz, la faz medial con sedas finas; espolones espiniformes, más cortos que el 1er artejo tarsal; tarsos alargados, los 2º y 3º mediocremente foliáceos, la faz ventral de los 1º a 4º con pilosidad larga y tupida, 5º artejo normal; uñas con la externa mayor y hendida distalmente. Tibia posterior con escultura y ornamentación similar a la del par precedente, pero menos conspicua; espolones espiniformes, algo achatados, aguzados, más cortos que el 1er artejo tarsal; tarsos cilindroides, alargados, el 1er artejo menor que la suma de los 2º y 3º, la faz ventral de todos ornamentada con pilosidad espiniforme y sedosa intercalada; uñas gráciles, alargadas, similares a las del par medio. Abdomen con los esternitos dispersamente micropunteados, en la mitad posterior con una hilera transversal de puntos impresos, espaciados y pilíferos, los pelos rígidos, decumbentes. Pigidio bien convexo, lateralmente algo impresionado; la superficie en el disco laxa y dispersamente micropunteada, sobre la base los puntos más acentuados y hacia las regiones laterales, donde también son más notables, intercalándose con arruguitas microscópicas y rasas. Genital con los parámeros simétricos (fig. 4 *a-b*), libres desde la base, angostándose un poco hacia el ápice que es bien redondeado.

♀ desconocida.

Largo: 17-15 mm; ancho 8-7,5 mm aproximadamente.

Ejemplares examinados y procedencias: 5 ♂♂ (Holotipo ♂ y 4 Paratipos ♂♂) de Brasil, Estado de São Paulo, Campos do Jordão, 1.200 m, XI-1962 (A. Martínez, coll.) a la luz, todos en la colección del autor.

Esta especie pertenece al grupo *catoxanthus-laevis-bicolor*. No podemos por descripción saber si es el *T. terricola* Ohaus y la que es imposible de reconocer por descripción, siendo muy remotísima la posibilidad de que esta nueva especie sea esa enigmática especie, con la que tiene de diferente, por descripción, sobre todo la escultura del pigidio.

Dedicamos esta especie tan interesante a nuestro amigo el Ing. Carlos Bordon, de Caracas, Venezuela, como pueba de amistad por todas sus atenciones tenidas para con nosotros y por su valiosísima labor en la espeleología y entomología venezolanas, que conocemos y apreciamos en todo su valor.

Trizogeniates vittatus subandinus ssp. nov.

(Fig. 5 *a-b*)

Diagnosis: Trizogeniates vittatus vittatus (Lucas), similar, difiere en la forma del borde clipeal, más arqueado y menos elevado, la escultura del clípeo que es más fuerte, grosera y aglomerada mente punteada; también los élitros son menos conspicuamente estriados, con la escultura fundamental (chagrinado) más marcada, lo que da un brillo sedoso a la superficie, y los puntos que, bien impresos y notables en la subespecie nominotípica, son en la nueva más rasos y borrosos. La coloración es en general más intensa y el brillo sedoso más acentuado; los caracteres aquí descriptos corresponden a ambos sexos. En el ♂ de la nueva subespecie, los artejos foliáceos del tarso anterior son menos ensanchados que en la subespecie nominotípica. Los parámeros del genital ♂ (fig. 5 *a-b*) no tienen diferencia en este complejo subespecífico.

Ejemplares examinados y procedencia: 28 (10 ♂♂ y 18 ♀♀) de Argentina, provincia de Salta, departamento San Martín, Salvador Mazza (Pocitos) y de Anta, Parque Nacional "El Rey", todos de los meses de noviembre y diciembre a la luz. Holotipo ♂, Alotipo

♀, 6 Paratipos ♂♂ y 14 Paratipos ♀♀ en la colección del autor; sendos Paratipos ♂ y ♀ en las colecciones Carcavallo, Sanidad Militar y División Entomología del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" de Buenos Aires.

Es ésta la primera mención de la especie para nuestro país; es probable que *T. vittatus vittatus* (Lucas) sea encontrado en Argentina, ya que conocemos ejemplares de San Bernardino, Paraguay,

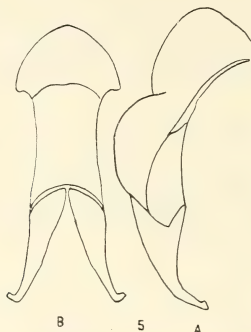


Fig. 5. — *Trizogeniates vittatus subandinus* ssp. n. Falobase y parámeros : A, norma lateral; B, dorsal

localidad muy próxima a la provincia argentina de Formosa. En nuestra colección tenemos un ejemplar ♂ de *T. vittatus* de Bolivia, departamento de Santa Cruz, provincia de Chiquitos, Santiago, (Andrae-Walz, leg.), que probablemente, por las características de la escultura elitral y de forma del clípeo, correspondan a una nueva subespecie, pero por poseer un solo ejemplar, dejamos esta cuestión para otra mejor oportunidad, en la esperanza de obtener una mayor cantidad de material de esta forma.

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA LINEA DE COSTAS EN LA ZONA DE COMODORO RIVADAVIA

(GOLFO DE SAN JORGE)

Por el Dr. ROBERTO FERELLO
(Universidad de San Juan Bosco)

INTRODUCCION

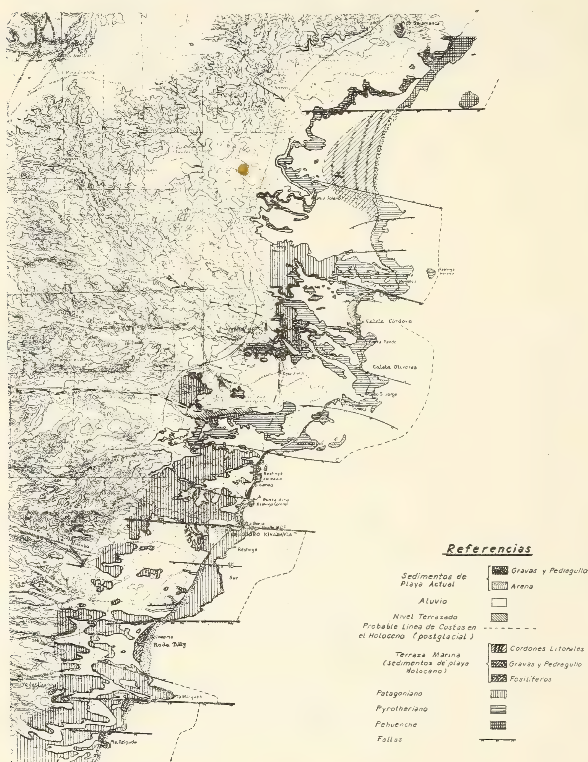
Actualmente se va haciendo cada vez más evidente la tendencia a explicar los aspectos de la superficie terrestre no como simple descripción de las diversas formas que afecta la denominada "tierra firme" marginada por las extensas aguas oceánicas, sino que se trata de buscar una explicación que armonice con los rasgos geológicos imperantes en cada zona.

Las apreciaciones realizadas desde el punto de vista de la geografía física van cediendo lugar a las reflexiones geomorfológicas, es decir, que se trata de dar una explicación geológica a la ocurrencia de un fenómeno geográfico determinado. Tanto es así, que aún en aspectos de la geografía política o humana la vinculación con la geomorfología resulta de por sí evidente. Es posible citar ejemplos que corroboran esta apreciación: el mayor índice demográfico observado en la zona que abarca la llamada llanura pampeana, comprende precisamente el área abarcada por los sedimentos loéssicos cubiertos por la capa húmica que tanto favorece a las actividades agropecuarias y demás actividades indirectamente vinculadas. A no dudarlo el desarrollo extraordinario experimentado en esta zona de Comodoro Rivadavia es un reflejo directo de la gran actividad humana requerida por la geología y minería del petróleo.

El motivo particular de la presente contribución es precisamente destacar, en la región de Comodoro Rivadavia, la notable in-

fluencia que sobre la configuración de la línea de costa actual han ejercido los rasgos geológicos imperantes en cada sector de la misma.

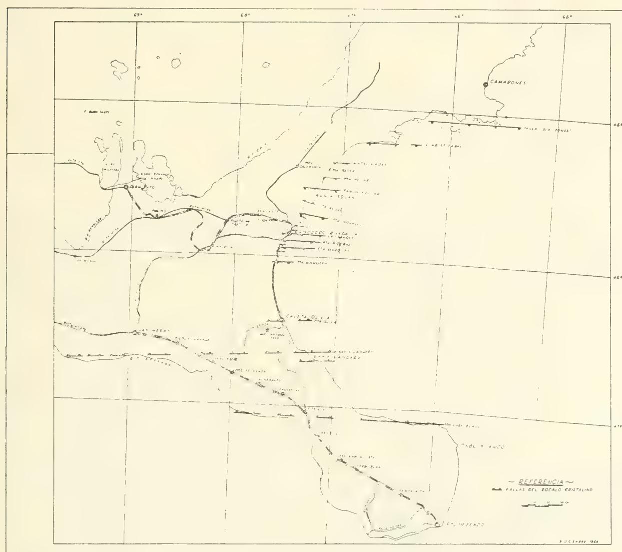
Tanto las observaciones personales como así también la infor-



mación geológica existente se ha volcado en el plano topográfico de Von Platen y Brandmayr en escala 1:25.000, completándose la información gráfica con el relevamiento foto-hidrográfico que comprende al mosaico aerofotográfico Rada-Tilly - Punta Novales de Y.P.F. (escala 1:9.890) y diversas hojas del Servicio Hidrográfico del Ministerio de Marina y además el relevamiento aero-

fotogramético realizado últimamente por la Municipalidad de Comodoro Rivadavia.

Deseo expresar mi agradecimiento a mi dilecto amigo Marcelo Simeoni quien tuvo a su cargo la confección de la parte gráfica que acompaña a la presente contribución.



CONSIDERACIONES GEOMORFOLOGICAS

La inquietud en demostrar la vinculación existente entre los límites de la costa patagónica y la estructura geológica fue puesta de manifiesto por varios investigadores. Ya en el año 1906, F. Ameghino adelantó una explicación muy valedera con respecto al origen de las entalladuras correspondientes al Golfo de San Jorge y Golfo San Matías. Ameghino destacó que luego de la regresión del Entrerriense el océano comenzó en su avance hacia el Oeste por abrasión de los terrenos terciarios. Este investigador llegó a expresar que de no haber opuesto resistencia a la acción desvastadora del océano las masas porfíricas que afloran por largos trechos

en la costa actual, la abrasión había llegado a arrasar toda la Patagonia extraandina. Tanto el Golfo de San Jorge como la escotadura existente al Sur de Santa Cruz, es decir en las áreas correspondientes a las dos cuencas sedimentarias, el océano por fuerza de su oleaje, ha ejercido una acción destructiva intensa ofreciendo en cambio una mayor resistencia las masas porfíricas que limitan a las citadas áreas deposicionales.

Evidentemente ha favorecido la acción erosiva el carácter litológico de los niveles que constituyen a las formaciones Terciarias, como así también la posición subhorizontal de los mismos.

El océano socava el acantilado a pique dando lugar a volados que se extienden sobre la playa. En su incesante acción desgastadora el oleaje causa el derrumbe de esos voladizos provocando el retroceso de la línea de costa.

Las formas erosivas dejadas por el océano en los terrenos Terciarios, como consecuencia de las características petrográficas y estructurales, no resultan en consecuencia favorables para la localización de abrigos naturales factibles de constituir embarcaderos propicios. En cambio en los ambientes costaneros constituídos por rocas porfíricas (vulcanitas y tobas) por su textura litológica, las formas de erosión oceánicas han dejado costas que brindan condiciones naturales más favorables para la realización de obras portuarias.

Entre los investigadores que han dedicado preferente atención a la conformación costera patagónica debo señalar a Windhausen. La labor realizada por este geólogo fue dada a conocer en varios de sus trabajos y volcadas en el magnífico texto que es su tratado sobre "Geología Argentina" del año 1932. A él se debe la opinión tan generalizada en la actualidad "según la cual no haya un macizo patagónico uniforme, si no a lo menos dos núcelos separados, cuya línea de división estaría señalada por la entalladura del Golfo de San Jorge". Windhausen fue el primero que vinculó los terrenos antiguos de Bahía Laura con los afloramientos de las Islas Malvinas, llegando a la conclusión tan interesante que en la porción austral del macizo patagónico corresponde actualmente al área del Shelf. Como es de conocimiento, las observaciones sismográficas que sobre la plataforma continental patagónica realizara última-

mente el "Vema" confirma notablemente lo teorizado por Windhausen.

También Feruglio ha dedicado preferente atención a los problemas analizados escribiendo un capítulo especial sobre las "rela-



Cabo San Jorge: Testigo de la intensa acción erosiva oceánica, el verdadero cabo se ha transformado en un pequeño islote destinado a desaparecer como consecuencia de la abrasión.

ciones entre la estructura geológica de la meseta y la conformación de la costa atlántica", en su didáctica "Descripción geológica de la Patagonia".

Con el respeto que merece la autoridad de tan renombrado geólogo es mi deseo pulsar la inquietud de los colegas cuando analicen la aseveración lograda por Feruglio en el sentido que "la concavi-

dad de estas cuencas es inferior a la de un vidrio de reloj y que esa circunstancia reafirma el concepto de que para explicar la formación de dichas cubetas no es preciso suponer que ellas estén limitadas por fracturas, siendo suficiente admitir una inclinación muy suave del sustrato".

No es el objeto de esta contribución profundizar en este tema, dado que en la bibliografía se obtendrán los elementos de juicio requeridos para un análisis exhaustivo del mismo. Me limitaré sólo a expresar en esta oportunidad que a la luz de las nuevas observaciones y datos de exploraciones geológicas y sísmicas la apreciación de Feruglio resultaría inaceptable.

CONSIDERACIONES GENERALES

A los efectos de aunar los criterios geológicos con los aspectos ingenieriles que plantea el estudio de una costa deseo en esta exposición referir el concepto de *Unidad Fisiográfica* dado por Mason. La unidad fisiográfica puede ser definida como un área costera limitada, en la cual los fenómenos de costa dentro del área, no son afectados por las condiciones físicas de las áreas adyacentes. En todos los problemas que comprende el estudio de costas los fenómenos importantes dependen sobremanera del material y la energía a la que está sometida la costa.

Se comprende pues que dentro de una unidad fisiográfica la energía y material que intervienen dentro del área no son dependientes de las áreas adyacentes. Sin embargo en ese concepto, no está comprendida la extensión de esas unidades. En ese sentido en nuestro caso como se verá, todo el Golfo de San Jorge podría ser considerado ampliamente como una unidad fisiográfica o bien cada una de las zonas particulares que comprenden al Golfo podría a su vez ser tenida como una unidad independiente.

Un segundo concepto vinculado al problema de las costas es el del balance de materiales y energía dentro de la unidad fisiográfica.

Por el balance de materiales se concede igualdad entre la cantidad de material suministrado y la pérdida de material de un área de costa determinado. Como lógicamente se infiere, en este problema interviene el factor tiempo, por consiguiente las considera-

ciones que se efectúan respecto al balance de materiales es el promedio en función de tiempo del suministro y pérdida.

En cuanto al tema de la energía, la oceanografía da los principios y leyes generales a aplicar, correspondiendo a la ingeniería



Borde alineado E-O de la restinga Punta Borjas sobre la que se hallan las obras del puerto de Comodoro Rivadavia. La restinga corresponde al bloque bajo de la falla cuyo bloque alto está representado por la alineación topográfica del C° Chenque.

la evaluación de las fuerzas, su aplicación y sentido en que ellas actúan sobre una determinada costa.

En cuanto a los problemas de arrastre de material proveniente de determinada zona y su posterior deposición, es el sedimentólogo, el que puede contribuir ampliamente en la explicación ajustada al tipo presentado en una costa hipotética.

ANALISIS DE LA LINEA DE COSTAS

Aclarados estos conceptos y a los efectos de seguir cierto orden en la descripción de las particularidades manifestadas por la línea de costas comenzaré con el análisis de la denominada Bahía Solano. Esta zona muestra en forma evidente una vinculación directa entre su morfología y los rasgos tectónicos impresos por la existencia de importantes dislocaciones. Principalmente por la falla I-I señalada por Feruglio en superficie y que marca el borde boreal de la planicie contigua a la bahía, en la que se observan depósitos y fósiles de playa, así como también notables cordones litorales discretamente escalonados.

Dicha fractura, del tipo directo y conforme interesa a la parte superior del Riochiquense (Pehuenche) y las tobas de Sarmiento (Pyrotheriano). La misma se aprecia en forma notable en el faldeo septentrional del morro denominado Pan de Azúcar, con un resalto de 50 m, labio bajo hacia el sud. Como puede apreciarse en el plano, esta fractura debe continuar en sus efectos hacia el este, atravesar la línea de costa y marginar las escolleras de restingas presentes hasta una distancia relativamente alejada de la costa (aproximadamente 4 km). Si unimos el borde oriental de la restinga y continuamos marginándola hacia el norte, podemos obtener una configuración en la cual resalta el efecto de la erosión oceánica, la cual habría retrocedido hacia el oeste el límite de costa. Se deduce además que en tiempo del Holoceno la bahía Solano debió afectar una conformación más destacada que la presentada actualmente.

Respecto a la dislocación existente, la misma merece una consideración especial, tanto por el valor de su rechazo como por el rumbo de su traza y su posición en el golfo de San Jorge.

Es un fenómeno reconocido que en general las dislocaciones observadas en esta zona manifiestan un resalto variable, conforme a la sección estratigráfica interesada y que por lo común el mismo se incrementa en profundidad. Si para los términos del Pehuenche su rechazo es de 50 m, resulta lógico admitir que en los términos sedimentarios de las formaciones geológicas infrayacentes su valor sea comparativamente incrementado, pudiendo alcanzar valores de cientos de metros. Considero que esta dislocación de-

berá representar una reactivación de una fractura del zócalo cristalino, provocando un notable escalonamiento del mismo.

Presumiblemente el límite norte de la restinga presente en las inmediaciones de la quinta Rossi corresponda a una dislocación que en su traza hacia el oeste pasaría por la pequeña barranca señalada en el plano adjunto.

El bloque bajo de esa fractura comprendería a la superficie cubierta por los cordones litorales marcados en los sedimentos de playa.

En la zona sur de bahía Solano y algo al norte de Punta Novales, la pequeña caleta allí existente tendría también una vinculación conforme al cuadro estructural conocido. La pequeña caleta está en correspondencia con la prolongación oriental del graben que afecta la estructura de Astra.

En esa caleta desemboca el cañadón Visser, presumiblemente rasgo topográfico conforme a las características tectónicas del subsuelo.

El borde septentrional de la caleta Córdoba está marcado por la saliente destacada representada por la llamada Punta Novales. Tanto por las formas del relieve positivo como por la distribución de restingas marginales, la Punta Novales representa el reflejo de un escalonamiento importante que da origen en su bloque bajo a la caleta Córdoba. Además esa caleta representa un área estructuralmente deprimida, correspondiente a la prolongación oriental del denominado "sinclinal del diablo".

Otro rasgo prominente en la línea de costa es el denominado Cabo San Jorge. También en este caso, la evidencia obtenida mediante datos del subsuelo muestra una íntima relación entre su configuración y la presencia de dislocaciones que lo marginan al norte y al sur.

En la zona que comprende el área de la Reserva Fical de 5.000 hectáreas y que abarca la denominada estructura de Campamento Central, Feruglio efectuó el relevamiento geológico de superficie en escala 1 : 10.000 a los efectos de poder individualizar las dislocaciones comprobadas mediante las perforaciones. Se debe pues a Feruglio el reconocimiento en superficie de las denominadas fallas A, B y C permitiendo además ese relevamiento reconocer algunas fallas secundarias. En el faldeo austral de la meseta Cerro Her-

mitte, Feruglio localiza la falla B y observa como los deslizamientos del suelo evidentes en esa zona se han visto facilitados por la superficie de falla.

Evidentemente la ladera meridional del Cerro Hermitte corresponde precisamente a una escarpa de falla que trasciende al subsuelo y se caracteriza como la falla B. En general, para los niveles aflorantes del Patagoniano que corresponden a los de su sección inferior, los resaltos observados son en realidad moderados desde escasos centímetros hasta cerca de veinte metros. Las fallas están mostrando un corte limpio, sin brecha tectónica presentando en el plano de falla una pasta o masa arcillosa, dando lugar a espejos de fricción bien marcados. Las inclinaciones llegan hasta un valor de setenta y cinco grados y todas muestran el carácter directo y contrario.

En su trabajo Feruglio pone en evidencia la correspondencia casi absoluta entre la morfología y las dislocaciones existentes, señalando al faldeo septentrional de la meseta del Cerro Viteau como la escarpa de falla de la nombrada falla A.

Estas observaciones geomorfológicas magníficamente ilustradas por Feruglio tendrían según mi concepto una implicancia absoluta en la distribución de restinga y en la conformación de la línea de costas.

Coincidiendo con la traza de la falla C se halla la depresión topográfica constituída por el valle homónimo, la que se prolonga hacia el este provocando un brusco cambio en el rumbo de la línea de costa como así también la aparición de las escolleras de la amplia Restinga Ali.

Pero si nos detenemos en la observación de los relieves que siguen al sur del área de Campamento Central, precisamente en Comodoro Rivadavia y en especial en la marcada alineación topográfica que desde el cerro Chenque sigue por varios kilómetros hacia el oeste, nos llamará poderosamente la atención el pronunciado desnivel allí existente. La explicación de este carácter topográfico atribuible exclusivamente a los factores de la dinámica exógena sólo podría satisfacernos en cierta medida.

Las particularidades topográficas observadas en esa extensa alineación este-oeste elaborada en una formación geológica con las características del Patagoniano, es decir capas subhorizontales que

muestran un suave buzamiento regional meridional y con una constitución litológica uniforme en cuanto a la frecuencia de niveles arcillosos tobáceos, cineríticos, con intercalaciones areniscosas y calcáreos organógenos, no resulta fácilmente explicable si no se busca



Vista del límite sud de la restinga Ali. El límite meridional de la restinga corresponde a la traza de la *Falla C* la cual ha intervenido en forma evidente de la configuración de la línea de costa.

una influencia acorde con las perturbaciones estructurales que habrían interesado al subsuelo en ese sector de la corteza terrestre.

Aplicando criterios geomorfológicos equivalentes a los vistos en el área de Campamento Central, resulta aceptable inferir la existencia de una dislocación con rumbo paralelo a la de las líneas de formas ya señaladas.

Considero entonces, que el faldeo meridional en parte abrupto que desde cerro Chenque sigue hacia el oeste, representa la evidencia de una escarpa de falla del tipo directo y conforme correspondiendo la parte meridional al bloque bajo de la misma.

Resulta objetivamente coincidente con la traza de esta dislocación en superficie el límite septentrional de la resinga sobre la que se halla el puerto de Comodoro Rivadavia.

La capa que constituye la restinga es un calcáreo organógeno gris pardusco, algo arenoso y la falla se observa en la costa sobre la prolongación de la calle San Martín donde inicia la Avenida Costanera. El resalto estimado es de unos diez metros. Más al oeste el Ing. Stessin señaló, en el año 1929, una dislocación del tipo analizado en la zona del barrio Las Flores en el faldeo de esa extensa lomada. Este dato reafirma la interpretación de falla señalada para la zona de la línea de costa.

Presumiblemente esta dislocación corresponde a un marcado escalonamiento del sustrato, el que habría dado lugar a una exhondación notable de la cuenca.

En la zona que sigue al sur de Comodoro Rivadavia, hasta Punta Piedras, la línea de costa no muestra grandes irregularidades en su conformación presentándose bien alineada con rumbo sud sudoeste-nor-noreste (Franceschi, V. Estudio de la barranca costanera entre Punta de las Piedras y Campamento Sud 4-VII-1929. Informe inédito de Y.P.F.).

Esa línea de costa muestra los efectos de una abrasión intensa con un marcado avance del océano hacia el oeste. Prueba de ello es la amplia superficie abarcada por las restingas que marginan la línea de costa. Otra evidencia notable de la desbastadora acción oceánica lo documenta el acantilado cortado a pique elaborado en secciones arcillo-margosas del Patagoniano cubiertas por un espesor respetable de aluvión. Como en otras zonas, este sector de costa muestra el efecto notable de ascenso del litoral patagónico el que presumiblemente perdure en la actualidad, pues se aprecia la existencia de rellenos de valles sobreelevados constituyendo los llamados "valles colgados" en la parte alta del barranco.

Una idea aproximada del avance occidental de la línea de costa podemos tenerla si continuáramos el gradiente del valle actual hacia el mar. El área comprendida entre la pendientes actual del

suelo y el borde acantilado, graficaría volumétricamente la acción erosiva oceánico. También resulta claro ese proceso si reconstruímos la línea de costa antigua uniendo el extremo de la restinga en la zona del puerto de C. Rivadavia con el límite de esa restinga en la zona de Punta Piedras.

A lo largo del acantilado se aprecian los efectos de los deslizamientos que truncan a las capas del Patagoniano por efectos de fallas cilíndricas que tienden a alcanzar la horizontalidad prácti-



Ejemplo típico de un denominado « Valle colgado » sobre la línea de costa entre Pta. Márquez y Rada Tilly

camente al nivel de base de erosión equivalente en este caso al nivel del mar.

Todos estos caracteres presentes en la formación facilitan en forma notable el proceso erosivo oceánico. Todo supone en consecuencia una dura conquista impuesta por el océano al continente en razón a una severidad que impone el retroceso de la línea de costa conforme a su acción perdurable y a su vastedad.

Resulta teóricamente posible valorizar el avance occidental del océano si consideramos que la línea de costa en épocas del Holoceno se encontraba a una distancia promedio de 4,5 kilómetros de la costa actual.

Recordemos que por los estudios sobre glaciología y geocronología cuartaria efectuados por el sueco De Geer en Europa y Caldenius en la Argentina, se fija para el comienzo del Postglacial una data de 8.700 años antes que nuestro siglo, es decir redondeando unos 8.800 años. En ese tiempo la erosión oceánica habría avanzado hacia el oeste con un promedio de 50 centímetros anuales. Este razonamiento no da una idea exacta acerca de la manera en la que operó el proceso erosivo.

Evidentemente la erosión no debió actuar en función lineal respecto al tiempo sino más bien en función logarítmica con ese parámetro. El concepto es que en un principio la erosión debió actuar en forma mucho más acentuada para luego requerir un mayor tiempara conseguir un avance igual hacia el oeste. En consecuencia el avance occidental del océano no resulta en la actualidad tan veloz como lo apuntado anteriormente sino que lo hará en un valor comparativamente reducido.

Un hecho que llama poderosamente la atención es el borde meridional de la restinga que continúa mar adentro a la altura del relieve acantidado de la llamada Punta Piedras. Ese borde de restinga es práctimente recto y alineado en sentido este-oeste con las líneas de forma que señala la escarpa que delimita al relieve deprimido de Rada Tilly. Esa conformación topográfica y el borde alineado de la restinga deben corresponder en sus efectos a una importante dislocación conforme cuyo bloque bajo abarca precisamente la superficie de Rada Tilly.

Trataríase de otra dislocación importante del zócalo cristalino en cuyo bloque bajo se hallaría una mayor pila sedimentaria.

Por los depósitos de playa que constituye la terraza marina se infiere que durante el Holoceno la rada debió ser una entrada mucho más marcada que lo que es en la actualidad. Como complemento a este razonamiento agrego los ya señalados respecto a la posición oriental que habría tenido el límite de costa a la altura de Punta Piedras.

Hacia el límite meridional de Rada Tilly, precisamente donde comienzan a aflorar las escolleras de restinga, una dislocación con bloque bajo septentrional delimitaría a la actual rada. Esa dislocación continúa en el continente y sus efectos se aprecian en el resalto provocado en un banco calcáreo organogéno duro precisa-





Estas fotos muestran a los pozos 232 y 234 de Petroquímica E. N. perforados frente a la restinga Alí en el año 1929. El avance occidental de la línea de costa puede apreciarse en los dos casos. Se destaca en forma más notable en el pozo 234 cuya cañería guía se encuentra actualmente en la zona de playa.

mente algo al este de la ruta 3 al comenzar la subida del relieve orográfico de la Punta Márquez. Se estima un resalto en superficie superior a los 20 metros, interpretándose a dicha fractura como una falla subsidiaria de la dislocación principal del zócalo cristalino presente en la llamada Punta Piedras.

En la traza de esa falla en el borde sur de Rada Tilly se observa un magnífico ejemplo de deslizamiento de faldeo, fenómeno facilitado por la escarpa de falla.

Otro fenómeno geomorfológico importante y consecuente con la estructura geológica del subsuelo reflejan los aspectos topográficos de la llamada Punta Márquez que limita meridionalmente a Rada Tilly.

El abrupto acantilado extendido en sentido E-O que presenta el borde meridional de la Punta Márquez y que continúa algo al oeste en un relieve bien marcado, debe corresponder a la escarpa de falla con bloque bajo al sur. Se infiere dado la extensión de este rasgo topográfico, que la mencionada fractura debe coresponder a un escalón acentuado del zócalo cristalino.

La explicación consecuente de Rada Tilly entre los bloques tectónicos de Punta Piedras y Punta Márquez quedaría en consecuencia demostrada. Algo al sur de Punta Márquez y respectivamente al norte de Punta Delgada se observa un fenómeno similar al anteriormente analizado. Esa lomada alargada en sentido E-O presenta la pendiente más inclinada en la zona que corresponde al reflejo de otra fractura la cual habría provocado un brusco cambio de rumbo en la línea de costa conforme a la traza de la teorizada dislocación.

Razones obvias eluden un análisis exhaustivo de los aspectos de la línea de costas que sigue al sur; sólo me limitaré en esta oportunidad a destacar aspectos topográficos y costaneros graficados en la carta del Ministerio de Marina, hoja Caleta Olivia.

Resulta llamativa la coincidencia de las caletas interpuestas en las restingas, las cuales continúan en el continente representando zonas de relieves bajos que dan lugar a veces a la presencia de lagunas. Sería interesante demostrar la probable vinculación tectónica a los aspectos topográficos señalados en la carta de Marina.

Someto a la consideración de los colegas mi interpretación de falla dada a la costa que con rumbo E-O margina al Golfo de San

Jorge algo al norte de Cabo Blanco. Interpreto que dicha fractura debe corresponder a un escalón pronunciado del sustrato y que el mismo continúa hacia el oeste acompañando por largo trecho el curso actual del río Deseado. Evidentemente el bloque alto de esa dislocación corresponde al área en la que afloran los términos porfíricos.

Como es de conocimiento en el Cabo Blanco se cita la ocurrencia de pórfidos y cuarcitas descriptas por el eminente petrógrafo argentino Franco Pastore. Además, los sedimentos paleozoicas (Pérmico Inferior) documentados en las inmediaciones de la estancia La Juanita reafirman la posición regionalmente alta de esa zona.

También teniendo en cuenta criterios geomorfológicos, y en especial al analizar la conformación saliente del límite meridional de la Bahía Lángara, teorizo la probable existencia de otra importante fractura de arrumbamiento E-O cuyos efectos al continuar en el continente podrían justificar la traza del río Deseado a través de varios kilómetros en su recorrido.

Las mencionadas dislocaciones marcarían acentuados escalonamientos dando lugar a una exhondación de la cubeta sedimentaria hacia el norte, es decir en sentido opuesto a lo señalado para el flanco norte del Golfo de San Jorge.

Por lo expresado hasta ahora, el Golfo de San Jorge muestra en su morfología una consecuencia notable a las características estructurales y sedimentarias de las formaciones que integran a la cuenca homónima con las particularidades típicas de una costa emergente.

Como se comprenderá, el estudio de líneas de costas abarca varios aspectos vinculados con nuestra disciplina geológica. La presente contribución, como se puntualizara al principio, comprende sólo el aspecto de vinculación existente entre los rasgos estructurales presentes en cada zona.

Estos estudios deben abarcar los detalles que comprenden la constitución litológica de las formaciones y suelo, así como también la sucesión estratigráfica afectada a la línea de costa. El estudio de los niveles terrazados (marinos y continentales) deben ser objeto de atención geológica al igual que las investigaciones sedimentológicas de los cordones litorales, bancos costaneros. etc., en lo que atañe a los problemas de origen, transporte y deposición.

También debe ser objeto de análisis geológicos la determinación del perfil de equilibrio en la costa marina a los efectos de ser tenido en cuenta en la discusión de los procesos de costa. Esto se explica, dado el carácter dinámico del concepto de perfil de equilibrio de una costa.

El perfil idealizado es raramente alcanzable debido a los continuos cambios en el poder de las olas, a los efectos combinados de la acción de mareas y corrientes y principalmente debido a las fluctuaciones del nivel del mar y los lentos movimientos de la corteza terrestre.

Con esta breve contribución al estudio de la línea de costas en la zona de Comodoro Rivadavia (Golfo San Jorge) sólo he planteado el enfoque general en cuanto a los estudios geológicos que deberán realizarse para obtener una solución satisfactoria a un hipotético problema de costas en el mismo.

FLUCTUACIONES DE TENSION PRODUCIDAS POR FLUCTUACIONES DE CORRIENTE

Por P. KITTL *

ABSTRACT

The theory of tension fluctuactions produced by courrents fluctuations are developed with the aid of the Fourier transformations. The assumption are that any courrent fluctuation it is formed by bursts of courrent of a defined form $f(t)$ and a random afine amplitud λ_i. It is show the dependence of the noise voltaje squared from the Fourier transformaion of $f(t)$. In the case of schot noise $f(t)$ is the Dirac delta distribution.

1. INTRODUCCION

En 1918 Schottky predijo el efecto schot y realizó los cálculos cuantitativos para este efecto. El procedimiento general que empleó, fue la descomposición de las fluctuaciones respecto de la corriente media en serie de Fourier, suponiendo que el hecho de que esta descomposición sea "at random" y se refleja en que la suma de los productos de los coeficientes con índices diferentes sea cero. Estas series eran introducidas en las ecuaciones diferenciales de los circuitos para obtener el elemento que interese, ya sea tensión o corriente, y poder calcular el valor medio cuadrático. Posteriormente hubo algunas comprobaciones y discusiones teóricas (2), (3), (4), (5), (6), hasta que finalmente Hull (7) en 1925 midió con la precisión de un porciento la carga del electrón comprobando en esa forma las predicciones de Schottky. Más tarde investigaciones en baja frecuencia (8) dieron para la carga del electrón un valor anormalmente alto. Este hecho fue explicado por Schottky (9)

* Escuela de Física y Matemáticas, Facultad de Ciencias, San Luis.

suponiendo que existe un efecto, el flicker, que consiste en que los chorros de corriente tienen la forma N-= N_0 ex (-at.). Le deducción es bastante complicada y confusa. Después esta forma de exposición fue bastante desarrollada (10), (11), (12), (13). Rowland (14) introdujo después, en el caso del efecto schot, un valor de tensión de forma conocida, producida por el pasaje de un electrón a través del circuito, y luego calculó a partir de esta tensión la tensión media cuadrática de ruido. Posteriormente la bibliografía (15), (16), (17), (18), (19), (20) consiste en una mezcla de ambos procedimientos. Una forma refinada de la idea original de Schottky se puede encontrar en los textos actuales (21). La forma de exposición que se ha seguido aquí no es ningún resultado diferente, pero amplía la forma de comprender este tipo de fenómenos.

2. PLANTEO DEL PROBLEMA

Sea $i(t)$ la corriente suplida por una fuente, que suponemos de impedancia interna nula, esta corriente pasa a través de cierto circuito. Necesitamos ligar las fluctuaciones de corriente de la fuente con las fluctuaciones de tensión entre dos bornes cualesquiera de una impedancia del circuito por el cual pasa la corriente. Suponemos la corriente $i(t)$ formada por la superposición de una corriente de electrones que suponemos constante y una superposición de avalanchas con cierta ley temporal $f_0(t)$. Luego el número de electrones que pasó en el tiempo t es:

$$N(t) = N_0 t + \Sigma\lambda_i f_0 (t - t_0) \qquad (2,1)$$

donde λ_i es un factor de proporcionalidad que diferencia entre sí cada avalancha. Esta λ_i es "at random", es decir que $\Sigma\lambda_i = 0$ y $\Sigma\lambda_i \lambda_j = 0$. La cantidad de corriente es (2,1) multiplicada por la carga del electrón:

$$Q(t) = N_0 et + \Sigma\lambda_i e f_0 (t - t_i) \qquad (2,2)$$

La corriente $i(t)$ que circula es la derivada de $Q(t)$ respecto de t:

$$i(t) = N_0 e + \Sigma\lambda_i e \frac{d}{dt} f_C (t - t_i) \qquad (2,3)$$

Si colocamos:

$$\frac{d}{dt} f_0 (t - t_i) = f(t - t_i) \qquad (2,4)$$

tenemos:

$$i(t) = \Sigma \lambda_i e f(t - t_i) \qquad (2,5)$$

Donde no se ha tomado en cuenta la componente continua. Además en (2,5) λ_i tiene las dimensiones de un número y e también, pero medido en las unidades de la carga en que se mide la corriente, $f(t - t_i)$ tiene las dimensiones de una corriente. Supongamos que la corriente (2,5) pasa a través de un circuito cualquiera, luego entre los bornes de una impedancia del circuito, la tensión producida por la corriente $i(t)$ es:

$$V(t) = \Sigma \lambda_i e v(t - t_i) \qquad (2,6)$$

debido a que suponemos el circuito lineal. La linealidad del circuito consiste en que la tensión producida por una superposición de avalanchas es la superposición de las tensiones producidas por cada una de las avalanchas.

El valor que tiene interés es el valor medio cuadrático de la tensión:

$$\overline{V^2} = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} V^2(t)\, dt \qquad (2,7)$$

Reemplazando en (2,6), se tiene:

$$\overline{V^2} = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} [\Sigma \lambda_i e v(t - t_i)]^2\, dt \qquad (2,8)$$

o sea:

$$\overline{V^2} = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{2T} \left\{ \sum \lambda_i^2 e^2 \int_{-T}^{+T} v^2(t - t_i)\, dt + \sum \lambda_i \lambda_j e^2 \int_{-T}^{+T} v(t - t_i)\, v(t - t_j)\, dt \right. \qquad (2,9)$$

Suponiendo que tanto las amplitudes afines como los orígenes temporales de las avalanchas son "at random", se tiene:

$$\lim_{T \to \infty} \frac{1}{2T} \sum \lambda_i \lambda_j e^2 \int_{-T}^{+T} v(t - t_i)\, v(t - t_j)\, dt = 0 \qquad (2,10)$$

lo que nos permite escribir (2,9) en la forma:

$$\overline{V^2} = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{2T} \sum \lambda_i^2 e^2 \int_{-T}^{+T} v^2(t - t_i)\, dt \qquad (2,11)$$

Suponemos que la integral de (2,11) converge:

$$\overline{V}^2 = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{2T} \sum \lambda_i e^2 \int_{-\infty}^{+\infty} v^2(t)\, dt \tag{2,12}$$

3. CASO EN QUE SE CONOCE EL ESPECTRO DE FOURIER DE LA AVALANCHA $f(t)$

La transformada de Fourier (2,1) de la función $v(t)$ es:

$$V(p) = \int_{-\infty}^{+\infty} v(t)\, e^{-ipt}\, dt \tag{3,1}$$

y de acuerdo con la fórmula de inversión:

$$2\pi v(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} V(p)\, e^{+ipt}\, dp \tag{3,2}$$

Con (3,1) y (3,2) se demuestra la igualdad de Plancherel-Parseval (22):

$$\int_{-\infty}^{+\infty} v^2(t)\, dt = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} |\, V(p)\,|^2\, dp \tag{3,3}$$

Luego reemplazando en (2,1) la (3,3) se tiene:

$$\overline{V}^2 = \lim_{T\to\infty} \frac{e^2}{2\pi T} \cdot \sum \lambda_i^2 \int_0^{\infty} |\, Vp\,|^2\, dp \tag{3,4}$$

En este caso $V(p)$ depende tanto de la impedancia como del módulo de la transformación de Fourier de la señal, como se mostrará a continuación.

4. CASO DE UN CIRCUITO SCHOTTKY

Si el circuito a través del que pasa la corriente $i(t)$ es el usado originariamente por Schottky (fig. 1), se tienen que verificar las siguientes ecuaciones:

$$
\left.\begin{aligned}
v(t) &= \frac{1}{C}\int_{-\infty}^{t} j(t)\,dt \\
L\frac{d}{dt}[j(t)-f(t)] + R[j(t)-f(t)] &+ \frac{1}{C}\int_{-\infty} j(t)\,dt = 0
\end{aligned}\right\} \qquad (4,1)
$$

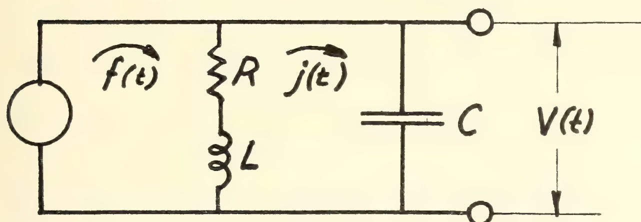


Figura 1

Usando las siguientes propiedades de la transformada de Fourier (21), (22):

$$
\left.\begin{aligned}
F\left[\int_{-\infty}^{t} j(t)\,dt\right] &= \frac{1}{ip}\,J(p) \\
F\left[\frac{d}{dt}\,j(t)\right] &= ip\,J(p) \\
F\left[j(t)\right] = J(p) &= \int_{-\infty}^{+\infty} j(t)\,e^{ipt}\,dt
\end{aligned}\right\} \qquad (4,2)
$$

Además, la transformada de Fourier es linial, luego transformando (4,1) se tiene:

$$
\left.\begin{aligned}
v(p) &= \frac{1}{ipc}\,J(p) \\
J(p)\left\{ipL + R + \frac{1}{ipC}\right\} &= F(p)\left\{ipL + R\right\}
\end{aligned}\right\} \qquad (4,3)
$$

de donde se tiene:

$$
V(p) = \frac{1}{ipc}\,\frac{ipL + R}{ipL + \dfrac{1}{ipc} + R}\,F(p) \qquad (4,4)
$$

5. EFECTO SCHOT.

En el caso del efecto schot λ_i es una fluctuación con respecto al número medio de electrones, entonces se tiene:

$$\left.\begin{aligned} \lambda_i &= \Delta n_i \\ \Sigma\lambda_i &= \Sigma\Delta n_i = 0 \\ \Sigma\lambda_i^2 &= \Sigma\Delta^2 n_i = \overline{\Delta n^2} = 2\,N_0 T \\ \lim_{T\to\infty} \frac{1}{2T} \sum \Delta^2 n_i &= \frac{2\,N_0 T}{2\,T} = N_0 \end{aligned}\right\} \qquad (5,1)$$

Las fórmulas de (5,1) pertenecen a la estadística clásica y su deducción se puede encontrar en ([21]). N_0 es el número de electrones en la unidad de tiempo. De acuerdo con esto, reemplazando en (3,4), se tiene:

$$\overline{V^2} = \frac{e^2 N_0}{\pi} \int_0^\infty |\,V\,(p)\,|^2\, dp \qquad (5,2)$$

En el caso del circuito de la figura 1 se tiene:

$$\overline{V^2} = \frac{e^2 N_0}{\pi} \int \left| \frac{1}{ipC} \cdot \frac{ipL + R}{ipL + R + 1/ipC} \right|^2 (F\,(p))^2\, dp \qquad (5,3)$$

La función $f_0(t - t_i)$ es la función unitaria $1\;(t - t_i)$ con centro en t_i; la forma de (2,1), en el caso del efecto schot, está en la figura 2ª. Su derivada está en la figura 2*b*, donde en cada salto aparece la delta de Dirac, que se ha colocado de altura proporcionada $e\lambda_i$. De acuerdo a su definición la transformada de Fourier de la delta de Dirac es 1 (ver fig. 2).

$$F\,[\,\delta\,(t)\,] = 1 \qquad (5,4)$$

Pero es necesario recordar que las dimensiones del módulo de la transformada (5,4) son las de una carga. Reemplazando (5,4) en (5,3) se tiene:

$$\overline{V^2} = \frac{e^2 N_0}{\pi} \int_0^\infty \left| \frac{1}{ipc} \cdot \frac{ipL + R}{ipL + R + \dfrac{1}{ipc}} \right| dp \qquad (5,5)$$

Lo que da:

$$\overline{V^2} = \frac{e^2 N_0}{\pi} \int_0^\infty \frac{1}{c^2} \cdot \frac{p^2 + \frac{R^2}{L^2}}{\left(p^2 - \frac{1}{cL}\right)^2 + p^2 \frac{R^2}{L^2}} \, dp \qquad (5,6)$$

Recordando que N_0 tiene las dimensiones de la inversa del tiempo y que disponemos de las dimensiones del cuadrado de una carga (dimensiones que provienen del cuadrado del módulo de la

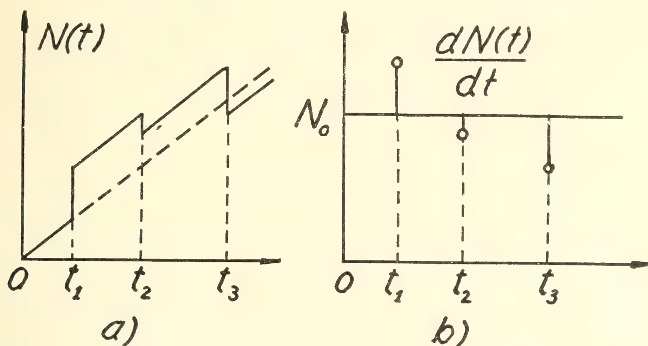


Figura 2

transformada de Fourier de la delta de corriente), la ecuación (5,6) se puede transformar entonces en:

$$\overline{V^2} = \frac{i_0 e}{\pi} \int_0^\infty \frac{1}{c^2} \cdot \frac{p^2 + R^2/L^2}{(p^2 - 1/cL)^2 + p^2 R^2/L^2} \, dp \qquad (5,7)$$

donde i_0 es la corriente constante, y e la carga del electrón. La fórmula (5,7) es dimensional. Se pueden hacer dos tipos de aproximaciones de la fórmula (5,7) ([14]). Estas aproximaciones dependen fundamentalmente de la respuesta de un amplificador colocado en paralelo con el circuito Schottky. La fórmula que hay que usar es, entonces ([14]):

$$\overline{V^2} = \frac{i_0 e}{\pi} \int_0^\infty \frac{1}{c^2} \cdot \frac{p^2 + R^2/L^2}{(p^2 - 1/cL)^2 + p^2 R^2/L^2} \, |G(p)|^2 \, dp \qquad (5,8)$$

La primera aproximación sobre (5,8) es:

$$\left.\begin{aligned} & G(p) = 0, \quad p > a \\ & 1/cR >> a, \quad 1/cL >> a^2 \\ & \overline{V}^2 = \frac{i_0 e R^2}{\pi} \int_0^\infty |G(p)|^2 \, dp \end{aligned}\right\} \qquad (5,9)$$

La segunda aproximación es:

$$\left.\begin{aligned} & R^2 << L/c, \quad \omega^2 = 1/Lc, \quad R/L << \omega \\ & G(p) = \text{const.}, \quad pt\,(\omega, \omega \pm p_0) \\ & \overline{V}^2 = \frac{i_0 e L}{2\, c^2 R} \, G^2(\omega) \end{aligned}\right\} \qquad (5,10)$$

6. PROBLEMA INVERSO

El problema inverso, conocido el valor del ruido para diferentes frecuencias de resonancia del circuito paralelo a la fuerza de corriente, consiste en calcular el valor de $F(p)$, y por lo tanto, el de los $f(t)$, que tienen la propiedad de que el módulo de la transformada de Fourier coincida con $F(p)$. La ecuación que se tiene que usar es la (5,8). En general este problema es la resolución de una ecuación integral. En el caso del efecto Flicker, fue resuelto por Schottky (9).

BIBLIOGRAFIA

1. Schottky, W., 1918. *Ann. Phys., 57,* 541.
2. Furth, R., 1922. *Z. Physik, 23,* 354.
3. Schottky, W., 1922. *Ann. Physik, 68,* 164.
4. Ornstein, L. S. and Burger, H. C., 1922. *Ann. Physik, 70,* 622.
5. Campbell, N., 1925. *Phil. Mag., 50,* 81.
6. Fry, T. C., 1925. *J. Franklin Inst., 199,* 203.
7. Hull, A. W., and Williams, N. H., 1925. *Phys. Rev., 25,* 147.
8. Johnson, J. B., 1925. *Phys. Rev. 26,* 71.
9. Schottky, W., 1926. *Phys. Rev. 28,* 74.
10. *Johnson,* J. B., 1928. *Phys. Rev., 32,* 97.
11. De Boer, J. H., 1931. *Physik Z., 32,* 482.
12. Moullin, E. B., 1934. *Proc. Roy. Soc. (London) A, 147,* 100.

13. Aldous, W. H. and Campbell, N. R., 1935. *Proc. Roy. Soc. (London) A, 151,* 694.

14. Rowland, E. N., 1937. *Proc. Cambridge Phil. Soc., 33,* 344.

15. Sourdin, M.., 1939. *Phy's. et Radium, 10,* 188.

16. Campbell, N., 1939. *Proc. Cambridge Phil. Soc., 35,* 127.

17. Wheatcroft, E. L. E., 1940. *Phil. Mag., 29,* 16.

18. Campbell, N. R. and Francis, V. J., 1941. *Phil. Mag., 32,* 239.

19. Furth, R. and Mac Donald, D. K. C., 1947. *Proc. Phys. Soc. (London), 69,* 388.

20. Danzer, H., 1950. *Ann. Physic., 8,* 176.

21. Kittel, C., 1958. *Elementary Statistical Physiks,* pág. 129.

22. Cranter, C. J., 1956. *Integral transforms in mathematical physics, Methuen.*

BIBLIOGRAFIA

Othmar G. Koch u. Gertrud A. Koch-Dedic: *Handbuch der Spurenanalyse (Die Anreicherung und Bestimmung...)* — XVI + 1232 págs., 17 × 25 cm (encuad.). Springer Verlag; Berlín, 1964.

La autoridad de esta voluminosa obra podría surgir, desde ya, a la luz de la producción científica e investigaciones, dentro del campo del Análisis Químico, de quienes la han producido. Su lectura confirma con creces el juicio previo, puesto que constituye, efectivamente, un exponente de máxima significación, en cuanto a magnitud y excelencia, en el ámbito de la especialidad.

El análisis relacionado con la investigación de los llamados "rastros" o "trazas" o "vestigios" de los elementos se refiere a la identificación y determinación cuantitativa de cantidades, no ya sólo del orden del microgramo, sino hasta el nanogramo (ng), o milésima del anterior, y aun del picogramo (pg), mil veces menor (10^{-12} g). Tal situación ha ido creándose como consecuencia, cada vez más evidente, de la función específica y decisiva que en muchos casos desempeñan esas micro o ultramicro cantidades de algunos elementos en numerosos procesos químicos o químico-físicos; procesos que van desde el dominio de la biología, en todos sus aspectos puros y derivados, hasta aquellos en que se escruta el complejo núcleo atómico. Vale decir, investigaciones que ya sea se refieran al estudio de las leyes de la herencia o a las que rigen la desintegración del átomo. Entre ambos extremos han de ubicarse todas las manifestaciones de la tecnología.

Cualquier rama de las ciencias experimentales ha de requerir, en algún momento, el conocimiento cuantitativo de microcomponentes, sin lo cual los estudios pertinentes caerían en deficiencia. Y no hablemos de la faz utilitaria de la técnica, donde son comunes los requerimientos de pureza de, por ejemplo, 99,9999 % de un metal, para su rendimiento en una determinada aplicación sea adecuado. Todo esto exige, y cada vez más imperativamente, un desarrollo en consonancia de los métodos analíticos de las "trazas", métodos que a menudo perfeccionan su valor mediante el instrumental físico, sin que aquí, en general, pueda prescindirse de una previa "preparación química". Por ejemplo, las separaciones de elementos extraños, o la concentración de los que interesan, a fin de poder aplicar la espectrografía.

La obra que se comenta está actualizada de acuerdo con el nivel actual de adquisiciones del análisis de microcomponentes elementales; y lo está en amplitud e intensidad, de modo que ha de cumplir una función primordial para el químico que deba dedicarse a estas disciplinas. Ello, tanto en el caso de realizar directamente determinados tipos de análisis, como si desea entrar en la investigación de nuevos métodos o perfeccionamientos de los existentes. En este sentido, aparte del cúmulo de información directa expuesta en este volumen, se dispone en cada instante de la correspondiente cita bibliográfica, que permitirá una inapreciable comodidad. Al decir que aparecen más de 3.800 citas (hasta el año 1961) justifica cualquier elogio, complementario del que merece la parte medular del texto en sí.

En la primera sección se exponen métodos de identificación, determinación cuantitativa y separación de elementos (incluso los métodos de "enriquecimiento" o concentración). Además, se trata lo relativo a la técnica, errores e interpretación; en total, 124 páginas de exposición condensada, pero de significación esencial. En capítulos siguientes se trata lo relativo a las "muestras", su ataque, y a los procesos extractivos (con gran amplitud, e incluidos los principales reactivos de aplicación).

La segunda y principal sección considera a cada elemento, ordenados de acuerdo a la primera letra de su símbolo; y si bien no están los alcalinos, bario y estroncio dentro de los metales, aparecen el tecnecio, hafnio, el grupo de las "tierras raras" y transuránicos, con tratamiento particular del plutonio. Entre los no metales se tratan boro, fósforo y silicio. Para cada caso se exponen los métodos separativos, los reactivos y los procedimientos de determinación, de aplicación a casos generales o particulares; adicionalmente se da una referencia a otras posibilidades. Se incluye, cuando corresponde, a los métodos polarográficos, espectrográficos de emisión y fluorimetría, a más de la habitual fotometría. El tratamiento individual termina con la bibiografía específica correspondiente, que integra, naturalmente, la lista completa, que aparece al final del texto, así como la de los autores.

En las dos secciones últimas se consideran, en casi 100 páginas, temas interesantes que en general corresponden a la aplicación de la espectrografía y a algunos casos de material biológico o inorgánico; y el método químico-microbiológico, donde han de coordinarse los conocimientos del microquímico y del microbiólogo. En ambos casos la descripción detallada de los procedimientos posibilita su ejecución por parte del especialista de la primera categoría. Mientras tanto, dentro de las limitaciones que tiene la aplicación microbiológica, donde interviene la relación entre el crecimiento de algunos microorganismos (p. ej. el *Aspergillus niger*) y la concentración de ciertos elementos en el cultivo, el método podrá permitir el reconocimiento de, por ejemplo, 0,5 nanogramos de molibdeno; por otra parte, también aparecen posibilidades semicuantitativas, y, sin duda, pueden presumirse ulteriores y significativas utilidades.

Numerosos gráficos, tablas y aun algunas láminas, completan el cuadro de esta obra magistral, aparte de los ya mencionados índices generales de temas y autores, y tablas con datos relacionados con la aplicación de los métodos analíticos.

Bien merecerá ella su traducción, para extender el conocimiento de su caudal instructivo entre los microquímicos.

La impresión, impecable, es digna de la tradicional casa editora, Springer-Verlag, de Berlín. — *R. Vanossi*

PARODI, LORENZO R. (director), 1959 y 1964. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería.* 2 volúmenes. Editorial Acme. Buenos Aires.

Con la aparición del segundo volumen queda terminada esta importantísima obra, que sin duda, iniciará una nueva etapa en el desarrollo de la agronomía argentina.

En efecto, desde 1883, como resultado del comienzo de los estudios superiores de agronomía y veterinaria en Santa Catalina (Llavallol) y, consecuentemente, de la investigación y experimentación agrícola en el país, se ha reunido una apreciable cantidad de información acerca de las plantas cultivadas y las técnicas para su mejor aprovechamiento.

Hasta ahora, todo ese valioso acervo estaba disperso en un sinnúmero de libros, revistas, folletos y publicaciones, muchas veces difíciles de conseguir y consultar.

Al aparecer la *Enciclopedia Argentina,* estructurada bajo la forma de monografías originales actualizadas, al presente, gran parte de la valiosa información mencionada se encuentra reunida en una sola obra compacta, y por medio de sus detallados índices metódicos y alfabéticos, resulta de muy fácil acceso; por ello la *Enciclopedia* constituye una obra de consulta obligada para todo agrónomo argentino.

Es indudable que, en muchos aspectos, la producción agropecuaria argentina ha quedado técnicamente rezagada, en relación a otros países del mundo y aún de Latinoamérica. Cabalmente, la *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería* será un instrumento de primer orden, en la tarea que deberán cumplir los técnicos argentinos, para propulsar la agricultura nacional sobre bases científicas serias, tal como es el deseo de las autoridades e instituciones del país.

La *Enciclopedia* ha sido dirigida por el ingeniero agrónomo Lorenzo R. Parodi, profesor emérito de Botánica Agrícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires. En la preparación de la obra han intervenido docenas de técnicos argentinos, generalmente los especialistas dentro de los temas tratados; muchos de ellos son discípulos del Ing. Parodi.

En las tareas editoriales, colaboró en forma muy eficaz el presidente de la Editorial Acme, señor Modesto Ederra

La concreción de esta magna obra demandó más de 12 años de sostenidos esfuerzos, conjuntos, del director, del editor y los colaboradores de ambos, pero los sacrificios no han sido en vano, pues, sin exageración, se puede afirmar que, tanto por su presentación como por su valor intrínseco, la *Enciclopedia Argentina de Agricultura* hace honor al país.

La obra ha sido dividida en 2 volúmenes, el primero titulado *Descripción de las plantas cultivadas,* apareció en 1959, consta de 931 páginas y está profusamente ilustrado por el eximio dibujante Higinio Lona, quien, en sus 252 dibujos originales, muestra los menores detalles de las plantas cultivadas.

Con el auxilio de dichas ilustraciones y, sobre todo, por medio de claves dilemáticas preparadas al efecto, ahora una persona medianamente culta puede, en cualquier parte de la República Argentina, en poco tiempo y en forma sencilla, clasificar cualquiera de sus 2780 plantas cultivadas hasta la determinación de la especie botánica. Antes, esa tarea solamente la podía realizar un especialista y, no pocas veces, después de notables esfuerzos. La importancia práctica de este volumen es muy grande, pues para aplicar técnicas, sobre todo técnicas o tratamientos nuevos, a las plantas cultivadas, hay que saber con certeza cuál es la planta sometida a cultivo y, para ello, es imprescindible conocer a qué especie botánica pertenece.

Para cada planta cultivada, la Enciclopelia da una descripción detallada y, además, señala sus usos, maneras de multiplicarla y, muchas veces, sus áreas de cultivo y épocas de floración. En los casos que corresponde, dentro de las especies botánicas son indicadas, también, las variedades botánicas y las formas.

El segundo volumen titulado, *El cultivo de las plantas útiles,* por su magnitud (1411 páginas) fue necesario dividirlo en 2 partes.

En la primera parte, que consta de 796 páginas, se da una información detallada de las regiones fitogeográficas argentinas, otra sobre las principales características del clima argentino y una tercera sobre la aptitud, para los diversos cultivos, de las distintas regiones del país, de acuerdo a las condiciones ecológicas.

Los capítulos siguientes tratan de la conservación del suelo y su fertilidad; de la fisiología de las plantas; de los parásitos, enfermedades y malezas de los cultivos y los métodos de lucha; de las bases y técnicas para lograr nuevas variedades de plantas; y por último, de las construcciones e implementos de jardinería, que constituye el capítulo XIII.

Del capítulo XIV al XXI se desarrollan, en excelentes monografías teórico-prácticas, ilustradas y documentadas, los cultivos que siguen: trigo, avena, cebada, centeno, maíz, arroz, alpiste, mijo, girasol, sésamo, ricino, lino oleaginoso y textil, maní, soja y tung.

La segunda parte del segundo volumen se inicia con el capítulo XXII, que trata las forrajeras.

Los capítulos restantes están dedicados a los árboles frutales, ananás, hortalizas, amapola medicinal, forestales, plantas sacaríferas, plantas textiles e industriales de uso variado, plantas estimulantes y aromáticas, tabaco, lúpulo, plantas tintóreas, plantas insecticidas, plantas cauchíferas, plantas medicinales, plantas perfumíferas, plantas florales y de adorno. El último capítulo, es decir el XXXVIII, trata el arte paisajista.

Tanto la primera como la segunda parte, del segundo volumen, están profusamente ilustradas con dibujos en negro, láminas en colores, mapas, gráficos y, asimismo, documentadas con cuadros numéricos, estadísticas y bibliografía.

La obra está escrita como para ser usada por los técnicos agrícolas, estudiantes de agronomía y de las escuelas de agricultura, agricultores y ganaderos de alguna cultura, viveristas y cultores de la jardinería.

Al examinar la *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería* se llega al convencimiento que, por la amplitud con que están tratados los diversos temas, la obra interesará a un sector mucho más extenso que aquel al cual estuvo destinada primitivamente. En efecto, la lectura de la *Enciclopedia* sin duda resultará provechosa a botánicos, entomólogos, geógrafos, economistas, climatólogos, ecólogos, gobernantes, industriales y químicos.

Asimismo la obra será de utilidad práctica, no solamente en el ámbito argentino, sino también en Latinoamérica, en particular en los países limítrofes a la Argentina. — *A. L. De Fina.*

Correo Argentino Central «B»
Franqueo paga[do]
Concesión Nº 118
Tarifa reducid[a]
Concesión Nº 624

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA
ARGENTINA

Director: Dr. REINALDO VANOSSI

MARZO-JUNIO 1965 — Entregas III-VI — TOMO CLXXIX

SUMARIO

BUENOS AIRES
Avda. Santa Fe 1145

1965

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Art. 10 del Reglamento de los « ANALES » (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de Septiembre de 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los « Anales », serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director.

Impreso en Imprenta Coni - Perú 684 - Buenos Aires - República Argentina

SISTEMAS DE OXIDO REDUCCION EN PARTICULAS DE « MYCOBACTERIUM PHLEI. »

Por HILDA PEZZANO

División Biología Molecular, Instituto Nacional de Microbiología, Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCION

Brodie y Gray (1) han demostrado que la actividad de fosforilación oxidativa en sistemas altamente organizados, tales como Mycobacterium Phlei, depende de la presencia de partículas que desempeñan una función análoga a las de las mitocondrias de tejidos animales. Estas partículas contienen citocromos y otros factores que intervienen en el transporte de electrones desde el NADH * al oxígeno. La presencia de enzimas que catalizan esta transferencia de electrones ha sido dilucidada por Weber y Brodie (5). Weber y Swartz determinaron también, por fluorometría, el nivel de las coenzimas en las partículas (9). Se ha demostrado, por otra parte, que la transferencia de electrones en Mycobacterium Phlei involucra la participación de una naftoquinona del tipo de las vitaminas K (7). Este último hecho hace suponer que durante dicha trans-

* En este trabajo se han usado las siguientes abreviaturas:

E: enzima.

CoE: coenzima.

NADH, CoEH: nicotinamida dinucleótido reducido, coenzima reducida.

C_3: complejo binario de número impar de electrones.

Q: quinona.

SQ: semiquinona.

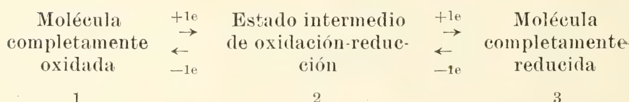
HQ: hidroquinona.

Cy: citocromo.

ferencia aparecerán estados intermedios de oxidación del tipo de las semiquinonas, lo que confirmaría la hipótesis de L. Michaelis ([3]) de que la oxidación-reducción en sistemas biológicos tiene lugar por etapas de un electrón. En este caso la hipótesis se encuentra sustentada por la aparente vinculación del sistema en cuestión con varios citocromos, en los cuales la oxidación-reducción $Fe^{3+} \rightleftarrows Fe^{2+}$ implica necesariamente la participación de un solo electrón.

El método espectrométrico de resononcia magnética proporciona un medio de detectar y seguir cinéticamente la ocurrencia de estados intermedios de oxidación-reducción de las moléculas orgánicas, los cuales son específicamente paramagnéticos.

En el siguiente esquema:



la etapa 2 corresponde al estado molecular paramagnético llamado de semiquinona o radical libre.

En relación a estos hechos, se consideró de interés emprender una investigación preliminar para confirmar si el esquema expuesto tiene efectivamente un significado real en el sistema oxidativo de las partículas de Mycobacterium Phlei. Las experiencias que se describen a continuación fueron realizadas en la División de Biología Molecular de Washington University, St. Louis, Missouri.

METODO EXPERIMENTAL

Para cultivar Mycobacterium Phlei se ha utilizado el medio descripto por Brodie y Gray ([1]), incubando a 37° C con aereación vigorosa en frascos colocados en agitador rotatorio. Las células fueron recogidas a la mitad del tiempo de su máximo crecimiento. Luego fueron centrifugadas, lavadas dos veces con agua destilada fría y suspendidas en una cantidad mínima de buffer Tris 0,03M, pH8. La suspensión fue sometida a vibración sónica por 5 minutos a 0° C, centrifugando después el extracto sónico en una centrífuga

Servall a 21.000 xg a 0° C por 30 min. para separar restos celulares. El líquido crudo sobrenadante fue decantado y centrifugado a 140.000xg por 90 min. en una centrífuga preparativa Spinco. El sedimento conteniendo las partículas fue lavado con una mezcla de 8 ml de KCl 0,1 M y 0,05 ml de buffer Tris 1 M, pH 8 y recentrifugado a 140.000xg por 60 min. El líquido sobrenadante fue descartado y las partículas fueron suspendidas en un mínimo de KCl 0,1 N con buffer Tris a pH 8.

Las experiencias sobre estas partículas y sistemas relacionados fueron llevadas a cabo con un espectrómetro de resonancia magnética (ESR) diseñado especialmente por el Dr. J. Townsend, del Departamento de Física de Washington University, para el trabajo con líquidos acuosos. Este instrumento es capaz de detectar hasta 10^{-11} moles de moléculas paramagnéticas en materiales biológicos.

Aclaración: Un espectrómetro ESR mide la absorción de energía de una determinada frecuencia dentro del rango de las microondas, en función de la intensidad de un campo magnético externo a que es sometida la muestra.

La ocurrencia de tal absorción es evidencia inequívoca de la presencia de electrones no apareados, los cuales pueden estar asociados con tres tipos generales de sustancias: radicales libres, iones paramagnéticos y semiconductores. Los electrones no apareados asociados con alguna de estas tres clases de sustancias pueden ser distinguidos por la intensidad del campo magnético externo a que ocurre la absorción ESR, y por el ancho y detalles de estructura del pico de absorción. Estos últimos, dados por la separación hiperfina, resultan del hecho de que algunos núcleos tienen momentos magnéticos que pueden interactuar con el momento magnético de un electrón no apareado próximo (4, 10).

La relación entre la frecuencia (ν) de la energía de microonda incidente y el valor del campo magnético externo (H) al cual ocurre la absorción, está determinada por la ecuación:

$$\nu : \text{una constante} \times g \times H$$

El término "g" refleja la interacción del momento magnético del electrón con el resto de la molécula Teóricamente, un electrón libre cuyo momento magnético no interactúa con ningún otro momento magnético, absorbe energía a un valor de "g" de 2.0023. Los valores de "g" obtenidos de diversos radicales libres orgánicos yacen comúnmente en el rango de 2,001 a 2,007 (11). El valor de "g" de una dada señal ESR puede ser determinada comparando la posición de la señal (en función de la intensidad del campo magnético), con la posición de una señal de radical libre standard de valor "g" conocido. Los valores de "g" de iones paramagnéticos están generalmente alejados, en uno u otro sentido,

del estrecho rango en que absorben los radicales libres orgánicos. Las resonancias debidas a iones paramagnéticos son además muy anchas comparadas a las de radicales libres orgánicos. Por estas dos peculiaridades, así como también por la estructura hiperfina, es posible distinguir radicales libres orgánicos de iones paramagnéticos.

La muestra a estudiar se introdujo cada vez en una celda de vidrio aplanada, con dimensiones interiores $6 \times 1 \times 40$ mm. Para las mediciones la celda fue insertada en una ranura de la cavidad de resonancia del espectrómetro, donde se recibe y concentra la radiación de microonda, proveniente de una válvula osciladora klystron. La cavidad estuvo centrada en el espacio interpolar de un electroimán.

La aereación o burbujeo de nitrógeno a través de la muestra en la cavidad, fue realizada mediante una fina aguja hueca de acero inoxidable, y la temperatura fue determinada por medio de una termocupla de cobre-constantan.

La iluminación de la muestra estando el espectrómetro en operación, se efectuó a través de varias ranuras paralelas de que está provista la cavidad en su pared frontal, enfocando la luz de una lámpara eléctrica de 500 W por medio de una lente condensadora.

En el registrador del espectrómetro se obtuvieron automáticamente los trazos de la intensidad de absorción (estrictamente la derivada de la absorción), a medida que el campo magnético externo aumentaba linealmente. El recorrido del campo se hizo alrededor del valor central de 3.200 gauss, lo que corresponde aproximadamente, según la relación dada más arriba, a la frecuencia de microonda del tubo oscilador (ν : 9000 Mc/seg.).

RESULTADOS

Weber y otros (5) sugirieron que la catálisis de la oxidación de NADH por las partículas de M. Phlei procede por intermedio de una enzima flavoproteica del tipo de la diaforasa. Esta enzima fue aislada posteriormente por Weber y una oportuna provisión de la misma permitió llevar a cabo algunos ensayos preliminares conducentes a la posible detección de alguna interacción entre la enzima y NADH. En estos ensayos se usaron soluciones muy concentradas de enzima (50 y hasta 100 mg/ml) en buffer fosfato

0,1 M, pH 8,0. Se colocó cada vez un volumen de 200 λ de solución de enzima en la celda del espectrómetro, agregando NADH en forma sólida, en cantidades de 14 mg =20 μmoles, o mayores.

La solución de la enzima fue sometida a un pasaje de N_2, previamente al agregado de la coenzima, para evitar la desaparición por el O_2 (aceptor de electrones), de los radicales libres que puedan resultar de la interacción de ambas moléculas. En estas condiciones, se vio la aparición de una señal ESR, inmediatamente al agregado de NADH. En celda cerrada esta señal se mantuvo inalterada durante 7' - 10', pero luego comenzó a decaer muy lentamente. Se hicieron los correspondientes controles en blanco de la solución de enzima para descontar la pequeña señal que de por sí puede presentar ésta.

Por otra parte, se pudo observar que la pequeña señal de la solución enzimática (cuando la hubo) aumentaba apreciablemente su tamaño por exposición a luz natural o artificial intensa, aun por el espacio de unos pocos segundos. La señal decrecía si se burbujeaba O_2 a través de la solución, en la oscuridad. Teniendo en cuenta estos efectos, en ensayos subsiguientes se saturó previamente con O_2 la solución de enzima, dejándola toda la noche en la oscuridad, con lo cual al día siguiente la señal había desaparecido casi por completo. En estas condiciones, y con subsiguiente pasaje de N_2, se repitió el ensayo anterior.

La aparición de la señal por agregado de NADH estuvo ligada a una estructura completa e inalterada de la molécula de enzima: soluciones de enzima sometidas previamente a ebullición no proporcionaron señal ESR por agregado de NADH.

El tamaño de la señal estuvo en relación directa a la cantidad de NADH agregada; a causa de la baja relación señal/ruido, no pudo establecerse exactamente si esta relación es lineal, pero la correspondencia se observó hasta una concentración de NADH de 250 mg/ml.

El efecto inductor de sucesivas cantidades de NADH es aditivo, pues el tamaño de la señal aumenta correspondientemente a las cantidades agregadas. Esto indica que el equilibrio que se establece entre enzima, coenzima y radical libre es de tipo dinámico.

La enzima tuvo capacidad de inducir la señal por NADH duran-

te un período de 10 días desde su preparación, después del cual esta capacidad disminuye sensiblemente. Se vio además que una baja actividad de la enzima para formar radicales libres por NADH es paralela a una baja sensibilidad para efectos inductores por la luz.

Aun extremando las condiciones instrumentales, no pudo observarse estructura hiperfina en estas señales.

Ensayos sobre suspensión de partículas:

a) en condiciones anaeróbicas.

Se colocó la suspensión de partículas en la celda ESR (0,2 ml) y se burbujeó N_2 a través de la misma. Después de registrar un

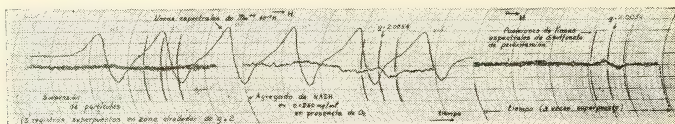


Fig. 1. — Desarrollo de señal ESR en suspensión de partículas (1ª serie de experimentos) por agregado de NADH. En abscisas se indican los tiempos transcurridos. En tercer término se tiene la superposición de tres registros sucesivos entre los tiempos de 7′ y 11′. El espectro de fondo corresponde a ión paramagnético Mn en concentración 10^{-4}M en las mismas condiciones instrumentales que la muestra.

blanco se agregó la coenzima reducida (40 mg). En estas condiciones ninguna señal se hizo visible.

b) en condiciones aeróbicas.

Con preparación I de partículas: la suspensión por sí sola no dio señal en condiciones aeróbicas. El agregado de NADH en forma sólida, con nuevo burbujeo de O_2, ocasionó la aparición de una pequeña señal, que tendió a decrecer con el tiempo. Si en este preciso momento se volvió a burbujear O_2, se produjo un pequeño aumento de la señal, que sucesivamente continuó su decrecimiento. Por otra parte, cuando se pasó O_2 por el sistema descripto más arriba, constituido en condiciones anaeróbicas apareció inmediatamente una pequeña señal, que desapareció en el transcurso de unos pocos minutos. Un nuevo pasaje de O_2 hizo que la señal reapareciera, pero más pequeña.

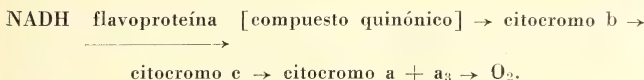
Cuando el sistema aeróbico en el que se había detectado ya una señal se aisló del aire exterior, limitando así la cantidad de oxígeno, la señal se hizo mucho más visible.

Con preparación II de partículas: una segunda serie de ensayos con una nueva preparación de partículas se efectuó en el transcurso del mismo día en que fue obtenida la preparación, la cual se mantuvo en estado de congelación hasta el momento de su utilización. En este caso se observó que después de la primera corrida en el espectrómetro comenzó a aparecer una pequeña señal, que siguió aumentando lentamente con el tiempo, sin que hubiera mediado ningún agregado de NADH. Esta señal tendió a estabilizarse al alcanzar un determinado tamaño, y evidentemente su aparición había sido inducida por la relativamente alta temperatura de trabajo de la cavidad (28° C).

El transcurso de las experiencias con esta preparación de partículas en variadass condiciones está indicada en los gráficos.

INTERPRETACION DE RESULTADOS

Según experimentos de Weber y Rosso (8), un compuesto del tipo de la naftoquinona interviene en el transporte electrónico en partículas subcelulares de Mycobacterium Phlei. Teniendo en cuenta otros factores ya encontrados en estas partículas, el esquema básico de la transferencia electrónica sería el siguiente:



NADH flavoproteína [compuesto quinónico] → citocromo b →
⟶

citocromo c → citocromo a + a_3 → O_2.

en el cual una enzima flavínica del tipo de la diaforasa catalizaría la oxidación de NADH contenido en las partículas por el aceptor de electrones más inmediato, en este caso el compuesto quinónico.

La enzima flavínica puede formar un complejo binario con NADH. Esto está apoyado por los estudios ya realizados sobre formación de complejos entre flavinas y NADH (2), en los cuales se ha detectado una señal ESR. La primera serie de experiencias descriptas en este trabajo extienden la verificación de ese hecho experimental al caso de una flavina ligada a proteína: la imposi-

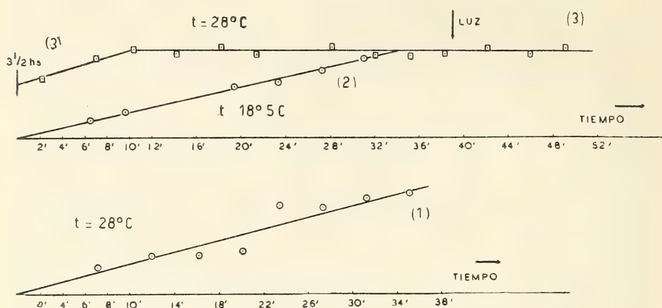


Fig. 2. — 2ª serie de experimentos. Curva (1) : Desarrollo de la señal en suspensión de partículas al tomar ésta la temperatura de la cavidad (28°C) y a intensidad de luz normal. Curva (2) : Igual experimento con otra porción de la misma suspensión pero a temperatura de trabajo en la cavidad de 18°5C. Curva (3) : La misma muestra utilizada en (2) es congelada a los 32′ y mantenida en congelamiento y en oscuridad por 3 1/2 hs antes de colocarla nuevamente en el espectrómitro. T : 28°C. En luz disminuída hasta indicación de la flecha.

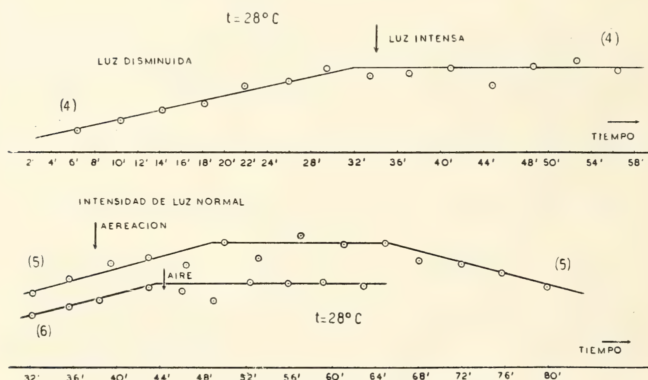
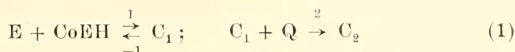


Fig. 3. — 2ª serie de experimentos. Curva (4) : Temperatura de la cavidad : 28°C. Luz disminuída hasta indicación de la flecha. Curva (5) : Suspensión de partículas en la que se ha agregado NADH. Intensidad de luz normal. T. : 28°C. Colocada en el espectrómetro después de 30′ a temperatura ambiente. Curva (6) : Otra porción de la misma suspensión usada en (5), pero sin agregado de NADH. Colocada en el espectrómetro después de 30′ a temperatura ambiente.

bilidad de que la reacción prosiga detiene la interacción en ese punto. Por otra parte, puede notarse, sin embargo, que hay un equilibrio dinámico entre el complejo y las moléculas interactuantes.

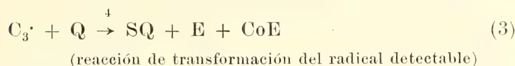
En presencia de todos los factores que intervienen en el sistema, la interacción entre moléculas continúa según la sucesión escrita más arriba. De acuerdo a los hechos experimentales descriptos en el parágrafo anterior, y que se analizarán a continuación, las probables etapas intermedias en la cadena de reacciones son las siguientes:



$$E + CoEH \underset{-1}{\overset{1}{\rightleftarrows}} C_1 ; \qquad C_1 + Q \overset{2}{\rightarrow} C_2 \qquad (1)$$

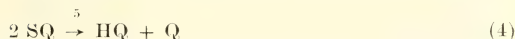


$$C_2 \overset{3}{\rightarrow} C_3^{\cdot} + SQ \qquad (2)$$



$$C_3^{\cdot} + Q \overset{4}{\rightarrow} SQ + E + CoE \qquad (3)$$

(reacción de transformación del radical detectable)



$$2\,SQ \overset{5}{\rightarrow} HQ + Q \qquad (4)$$



$$SQ + Cy^{III} \overset{6}{\rightarrow} Cy^{II} + Q \qquad (5)$$



$$CoE + SQ \overset{7}{\rightarrow} CoEH + Q \qquad (6)$$

Según este esquema, el complejo binario de transferencia de carga entre la enzima flavínica y la coenzima reducida pasaría inmediatamente a dar un complejo trimolecular con la naftoquinona. Efectivamente, en la interacción del sistema aislado enzima-NADH la aparición de la señal ESR es inmediata, mientras que en el sistema completo de las partículas la señal detectable sólo es observada en condiciones aeróbicas. Según M. M. Weber (6), probablemente grupos $^{-}$SH intervienen en las propiedades catalíticas de la NADH-diaforasa. Aunque sólo las enzimas con grupo FAD son activas para la transferencia de H desde NADH a alguno de sus análogos, el grupo FAD no parece ser necesario para esta reacción de transferencia.

El complejo ternario C_2, por una óxido-reducción interna, se desdoblaría dando el radical libre $C_3^{\cdot}$ y la seminaftoquinona SQ. Esta última podría tomar varios caminos alternativos y simultáneos pa-

ra su transformación en un compuesto de número par de electrones; probablemente su presencia transitoria sólo podría ser detectada por procedimientos especiales de cinética rápida. Por el contrario, es de esperar que un radical libre tal como $C_3\cdot$, de alto PM, contenga en su estructura total algunos grupos atómicos y sistemas de uniones que le confieran estabilidad. Este radical sería entonces el que se detecta en condiciones normales, pudiéndose seguir fácilmente su proceso cinético en las experiencias con la suspensión de partículas.

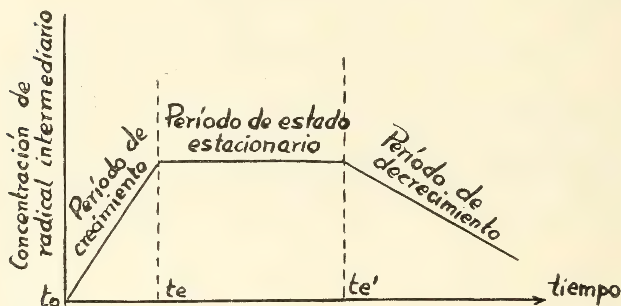


Fig. 4. — Esquema de la cinética del radical libre

Velocidad de formación de $C_3\cdot$ al tiempo t_x :

$$\frac{d\,[C_3\cdot]_{tx}}{dt} = k_3 \,.\, [C_2]_{tx}$$

$$\frac{d\,[C_3\cdot]_{t}}{dt} = k_3 \,.\, ([C_2]_{t_0} - [C_3\cdot]_{tx})$$

Velocidad de transformación de $C_3\cdot$ al tiempo t_x :

$$\frac{-\,d\,[C_3\cdot]_{tx}}{dt} = k_4 \,.\, [C_3\cdot]_{tx} \,.\, [Q]_{tx}$$

Considerando que hay diversos mecanismos de restauración de la naftoquinona según ecuaciones (4), (5) y (6), puede considerarse el nivel de concentración de ésta prácticamente constante. Luego:

$$\frac{-\,d\,[C_3\cdot]_{tx}}{dt} = k_4' \,.\, [C_3\cdot]_{tx}$$

Estas velocidades son iguales al tiempo t_e :

$$k_3 \cdot [C_2]_{t_0} - k_3 \cdot [C_3^{\cdot}]_{te} = k_4' \cdot [C_3^{\cdot}]_{te}$$

$$k_3 \cdot [C_3^{\cdot}]_{te} + k_4' \cdot [C_3^{\cdot}]_{te} = k_3 \cdot [C_2]_{t_0}$$

La concentración de radicales $C_3^{\cdot}$ durante el período estacionario está dada por:

$$[C_3^{\cdot}]_{te} = \frac{k_3}{k_3 + k_4'} \cdot [C_2]_{t_0}$$

Luego, la concentración de radical libre en el período estacionario depende de la concentración del complejo ternario al comienzo de la reacción, concentración que dependerá, a su vez, dinámicamente, de las concentraciones relativas de enzima, coenzima y naftoquinona. Según estas ecuaciones, y teniendo en cuenta que los experimentos se efectúan siempre sobre un determinado tipo promedio de partículas, se debe llegar siempre a una misma concentración estacionaria de radical libre. Esto es lo que se observa en las curvas experimentales (3), (4) y (6), obtenidas a la temperatura de 28° C.

Las curvas (1) y (2) muestran el período de crecimiento de la concentración del radical, con un ligero cambio de pendiente en razón de la diferencia de temperatura.

La velocidad de transformación del complejo ternario durante el proceso estacionario (lo que permite, a través de la formación de la semiquinona, el transporte de electrones a los citocromos) está dada por:

$$-\frac{d\,[C_3^{\cdot}]}{dt} = k_4' \cdot [C_3^{\cdot}]_{te} = \frac{k_3 \cdot k_4'}{k_3 + k_4'} \cdot [C_2]$$

si se considera que [Q] es una constante.

La concentración de $[C_3^{\cdot}]$, según este esquema cinético, comenzaría a disminuir en el momento en que la concentración de C_2 se haga igual a cero. Puesto que C_2 se regenera continuamente mediante el mencionado ciclo de reacciones, no se llega prácticamente a esa situación, lo que corrobora en curva (3), siguiendo la reacción por un espacio de tiempo de 40 minutos desde el comienzo del período estacionario.

La mayor o menor aereación de la muestra no influye aparentemente en la extensión de ese período estacionario.

En determinados momentos se hizo converger sobre el sistema un haz de luz intensa (ver curvas), y cabe preguntarse si la luz puede obrar en la inhibición o inactivación de algún componente del sistema. Sin embargo, una verificación de tal acción requeriría una ulterior y cuidadosa investigación experimental.

Por otra parte:

$$K' = \frac{[C_1] \times [Q]}{[C_2]} \; y \; K'' = \frac{[E] \times [C_0EH]}{[C_1]} \; \therefore \; [C_1] = \frac{[E] \times [C_0EH]}{K''}$$

$$[C_2] = \frac{[C_1] \times [Q]}{K'} = \frac{[E] \times [C_0EH] \times [Q]}{K' \cdot K''}$$

considerando que [Q] y [E] están a un nivel de concentración constante durante el proceso.

Se tiene entonces que:

$$[C_2] = K \cdot [C_0EH]_{t_0}$$

de donde:

$$[C_3^{\cdot}]_{te} = K \cdot \frac{k_3}{k_3 + k_4'} \cdot [C_0EH]_{t_0}$$

De esta última fórmula se deduce que se alcanza un más alto nivel de concentración de radical libre cuando se agrega NADH al sistema de partículas (curva 5).

La velocidad de transformación del radical libre $C_3^{\cdot}$ en el período estacionario, dada por:

$$\frac{-\,d\,[C_3^{\cdot}]_{te}}{dt} = k_4' \cdot [C_3^{\cdot}]_{te} = K \cdot \frac{k_3 \cdot k_4'}{k_3 + k_4'}\,[C_0EH]_{t_0}$$

aumenta, en cambio, por una mayor concentración inicial de NADH, de lo cual debe esperarse una más rápida reducción de los citocromos, y una más pronta llegada a la etapa de decrecimiento de concentración del radical libre, como lo demuestra la curva (5). Esta es probablemente la razón por la cual, en la 1ª serie de experimentos, con partículas de relativamente baja actividad, sólo pudo hacerse visible la señal de radical libre mediante el agregado de NADH y la reacción entró rápidamente en su fase

de decrecimiento. Además, cuando el sistema se aisló del aire exterior, disminuyendo así la velocidad de la transferencia de electrones al oxígeno, se produjo una acumulación de radicales libres formados en las primeras etapas de la sucesión de reacciones y la señal se hizo más visible. Es evidente que en este caso se han alterado las condiciones naturales de actividad del sistema por exceso de NADH, resultando relativamente lenta la reoxidación de los citocromos por el oxígeno.

CONCLUSION

La cinética de reacciones enzimáticas de oxidación-reducción que tienen lugar en partículas subcelulares de Mycobacterium Phlei puede ser explicada en términos de la velocidad de transformación de complejos binarios y ternarios. En tales procesos ocurren etapas de oxidación-reducción por un electrón, en que se forman compuestos intermediarios de número impar de electrones. La posibilidad de detección de estos compuestos permite esbozar un esquema para el mecanismo cinético de la transferencia de electrones.

La energía de activación de la transferencia electrónica en etapas univalentes puede ser considerablemente menor que la requerida para una transferencia de número par de electrones en etapas bivalentes.

Por otra parte, en la célula viva el oxígeno es reemplazado continuamente a medida que es utilizado, y, además, nuevo substrato entra constantemente al sistema enzimático. Luego, a la célula le conciernen normalmente estados estacionarios cinéticos y no estados de equilibrio.

Ulteriores estudios de este sistema deberán tender a hallar las condiciones convenientes para la detección de la seminaftoquinona, para la cual, debido a su relativamente bajo peso molecular, sea quizás posible observar una estructura hiperfina de su espectro ESR.

REFERENCIAS

1. Brodie, A. F. y Gay, C. T., Biochim. et Biophys. Acta *19*, 384, 1956.
2. Lippincott, B. B., Tesis, Washington Univ., St. Louis, Mo. 1959.
3. Michaelis, L., Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 7, 33, 1939.
4. Pake, G. E., Townsend, J. y Weissman, S. I., Phys. Rev. *85*, 682, 1952.
5. Weber, M. M., Brodie, A. F. y Merselis, J. E., Science *128*, 896, 1958.
6. Weber, M. M. y Kaplan, N. O., Science *123*, 844, 1956.
7. Weber, M. M., Rosso, G. y Noll, H., Biochim. et Biophys Acta *71*, 355, 1963.
8. Weber, M. M. y Rosso, G., Fed. Proc. *22*, 526, 1963.
9. Weber, M. M. y Swartz, M. N., Arch. Biochem. Biophys. *86*, 233, 1960.
10. Weissman, S. I., J. Chem. Phys. *25*, 890, 1956.
11. Wertz, J. E., Chem. Rev., *55*, 829, 1955.

DOS NUEVAS ESPECIES DE CYCLOCEPHALINI NEOTROPICALES

(DYNASTINAE)

Por ANTONIO MARTINEZ [1]

RESUMÉ

Dans ce travail, l'auteur décrit deux espèces nouvelles de Cyclocephalini (Scarabaeidae, Dynastinae), provenantes de la Bolivie. La première, *Ancognatha hylton-scottae* sp. nov., se place près du *A. scarabaeoides* Erichson et *A. vulgaris* Arrow. La seconde, appartient au genre *Cyclocephala (C. zischkai* sp. nov.), dans un groupe d'espèces irrégulièrement distribuées en Amérique: Dans la Sous-région Sonoriénne de la Région Néartique, pour le nord et dans les "pampas" de l'Argentine et las montagnes du Brésil méridional et le centre de la Bolivie, dans le sud de la Région Néotropicale.

Toutes les fomes ici décrites, sont illustrées avec le schème des paramères.

Entre el numeroso material de Scarabaeidae que tengo en estudio, me llamaron poderosamente la atención, entre otras, dos nuevas especies de Cyclocephalini, una perteneciente al género *Ancognatha* Erichson, de Bolivia, que hemos visto determinada en colecciones como *Ancognatha humeralis* (Burmeister), de la que, sin embargo, es diferente, y la otra que describimos en el género "ómnibus" *Cyclocephala* Latreille, esta última muy emparentada con especies que se pueden agrupar en lo que Casey llamó *Spilosota*, y que tienen un área de distribución muy particular, ya que los representantes de ese grupo se encuentran por el norte, en la subregión Sonoriana, de la Región Neártica *(Cyclocephala hirta* Le Conte), y por el sur en las llanuras templadas de Argentina *(Cyclocephala modesta* Burmeister y *C. crepuscularis* Martínez), localizándose una otra, *C. setosa* Burmeister en los macizos montañosos del

[1] Investigador de la Carrera. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; adscripto al Comando de la Sanidad Militar del Ejército Argentino.

sud del Brasil (Serra da Mantiqueira, Serra do Mar), y la que describimos en este trabajo, en las alturas del Cordón del Tunari, departamento de Cochabamba en Bolivia, en la Región Neotropical.

Agradecemos a todas las personas que de una forma u otra han contribuido con material para la confección de este trabajo, pero tenemos que nombrar muy especialmente a los señores Rodolfo Zischka, actualmente en Munich, Alemania, y Francisco H. Walz y Sebastián Bolle, de Buenos Aires.

A mi compañera de Sanidad Militar, Sra. Beatriz S. de Coronel, hago extensivo este agradecimiento por su colaboración en las ilustraciones que acompañan las descripciones.

Ancognatha hylton-scottae sp. nov.

(Fig. 1)

Diagnosis: *Ancognatha scarabaeoides* Erichson y *A. vulgaris* Arrow próxima. Difiere de la primera por la forma general del cuerpo, más aovada, con la región dorsal netamente convexa; el clípeo más angosto y aguzado, con la sutura clípeo-frontal a cada lado sulciforme, sin tubérculos; mandíbulas muy delgadas y gráciles; mentón menos convexo y con el surco longitudinal más impreso y completo; el pronoto con los ángulos anteriores más aguzados; el esternelo con el tubérculo más pequeño y corto; los élitros, vistos con algún aumento, con costillas; el pigidio totalmente punteado y piloso; el tarso anterior en el ♂ con los artejos 1º a 4º más gráciles, siéndolo también los tarsos de la pata media y posterior; en este sexo los parámeros distintos y, como carácter auxiliar que los separa a primera vista, la muy distinta coloración; la ♀ tiene también los élitros con un ensanchamiento lateral muy poco pronunciado, que es reflejado dorsalmente y más angosto que en la especie de Erichson. De *vulgaris* (= *nigriventris* Otoya), la separamos por los ángulos anteriores del pronoto menos salientes, rectos; los élitros con la puntuación más marcada; el metasternón lateralmente rugoso-punteado muy rasamente; los esternitos más abundantemente pilosos; el ♂ con los parámeros del mismo tipo, pero diferentemente conformados y, como carácter auxiliar, el tamaño, sensiblemente menor en la nueva especie; la ♀ es fácilmente reconocible por la falta de lóbulo dentiforme en el borde lateral de los élitros, muy bien marcado en *vulgaris*. De las otras especies

del género se reconoce por la forma del clípeo, más aguzado, entre otros caracteres.

DESCRIPCIÓN: De tamaño mediano o pequeño para las especies del género. Oval-alargado, dorsalmente convexo, glabro y con brillo moderado. Color general amarillento-testáceo claro; en el ♂ con las siguientes partes siempre ennegrecidas: borde clipeal, ápice de las mandíbulas; en los élitros una mancha humeral aovada, variable, pero siempre pequeña, habiendo por debajo de ésta, sobre el borde y con la que puede estar conectada, una faja angosta que no sobrepasa la altura del borde anterior de la coxa posterior; trocánteres y ápice distal de los fémures y ese ápice y el ápice distal de las tibias; borde lateral en la mitad distal de la tibia anterior; espolones; tarsos, y en el abdomen los esternitos I a V; en este último, excepto la membrana posterior que es clara, y la base del pigidio; en algunos ejemplares son también ennegrecidos en la cabeza la sutura clípeo-frontal y vértice; el pronoto puede ser inmaculado o tener dos pequeñas manchas discales paramedias, pudiendo a veces éstas ser mayores, unirse y ocupar todo el disco o la casi totalidad de la superficie; en este último caso dejando únicamente los bordes, que son claros; por fin, en los élitros puede haber a cada lado y por debajo y por fuera del escudete una mancha alargada de tamaño variable pero pequeña, a veces sólo marcada como una pequeña línea alargada. La ♀ es más ennegrecida que el ♂, siendo en la cabeza siempre el vértice y generalmente la frente; el pronoto normalmente es manchado, a veces existiendo una pequeña mácula discal posterior, o ser ésta grande y semilunar, pero lo más común es que todo el pronoto sea ennegrecido, dejando un margen claro, más o menos angosto, sobre los bordes; los élitros son totalmente ennegrecidos, pudiendo haber algunos ejemplares con áreas claras, más o menos amplias, especialmente en la base, sutura y ápice; en algún individuo con élitros prácticamente oscuros, puede haber una línea clara, muy angosta, por detrás del tubérculo humeral; la tibia anterior puede ser a veces parcial o totalmente ennegrecida. La pilosidad que cubre las diferentes regiones del cuerpo es de color dorado.

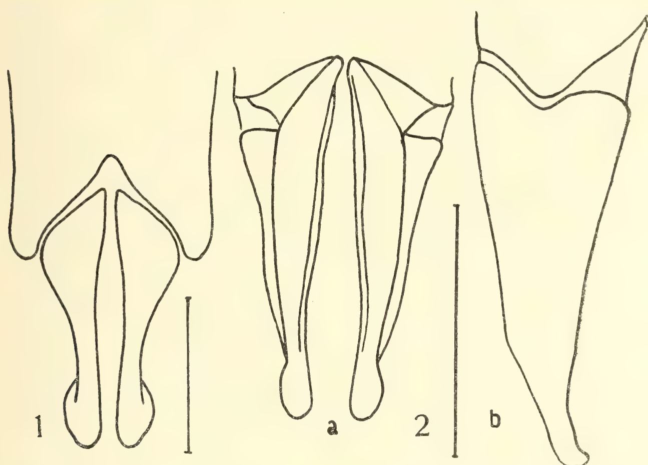
♂. — *Cabeza:* Incluyendo ojos, tan larga como ancha; clípeo con los bordes convergentes, levemente arqueados y con el ápice redondeado y reflejado dorsalmente; sutura clípeo-frontal sólo apreciable a cada lado, como un surco ampliamente interrumpido en la

región mesal; cantos oculares pequeños, cuneiformes. Superficie aglomeradamente micropunteada; en el clípeo intercalada a esta puntuación hay sobre los bordes puntos ocelados, pequeños, a veces coalescentes, que se pierden y cambian por puntos simples y ralos hacia adentro y por detrás, siéndolo aún más ralos hacia la frente y vértice.

Región ventral con el clípeo microscópica y espaciadamente punteado; entre esos puntos se intercalan, en el borde, algunos otros impresos y grandes, que llevan una corta seda, bastante rígida y saliente. Labro subpentagonal, ensanchado, los bordes anteriores convergentes y en su junción con una pequeña pero visible muesca; la faz ventral con quilla longitudinal bien saliente y juntamente con toda la superficie cubierta de abundante pilosidad larga. Maxilas con las gálea-lacinia en un bloque prismático pequeño, el borde interno con dos dentículos aguzados en el ápice y sobre la base con otro más ancho, menos evidente y obtuso; palpos con el 2º artejo mayor que el 3º; el 4º, el más largo de todos, fusiforme y con el ápice membranoso; los 2º y 3º artejos engrosados distalmente. Mandíbulas con la región distal angosta, falciforme y de ápice agudo. Labio con el mentón característico para las especies del género; los lóbulos anteriores salientes y de ápice romo; la faz ventral con la superficie dispersamente punteada y pilosa; los pelos largos y salientes y con el surco medial longitudinal completo, aunque muy fino y angosto en la mitad proximal; palpos con los 1º y 2º artejos ligeramente crecientes, el 3º el más largo de todos, subfusiforme y el ápice membranoso. Antenas relativamente pequeñas, con 9 ó 10 artejos: 1º muy grande, claviforme; 2º submoniliforme; 3º en cono truncado; 4º y 5º anuliformes, este último cuando fusionado con el 6º en cono truncado irregular, con el borde medial proyectado internamente y con el surco límite de ambos artejos sólo marcado lateralmente; 6º campanuliforme; 7º discoidal; 8º a 10º lentiformes, formando la maza, el ancho de ésta poco mayor que el largo de la suma de los 2º a 7º; los 8º y 10º con pilosidad larga y fina respectivamente en la faz medial y lateral; el escapo con algunas sedas distalmente.

Tórax: Protórax aproximadamente el doble de ancho que largo. Pronoto convexo, con los bordes anterior y laterales finamente marginados, éstos últimos en arco regular, borde posterior en arco poco acentuado y a cada lado algo sinuoso; ángulos anteriores poco sa-

lientes, rectos, con el ápice romo, los ángulos posteriores inaparentes por lo redondeados. Superficie regular, a cada lado con impresión pequeña, y lateralmente a ésta, sobre el borde, con depresión semicircular más grande que aquélla; la escultura está formada por micropuntuación poco precisa y densa, entre la que se intercalan puntos simples más grandes, impresos, separados, pero no ralos.



Figs. 1-2. — 1, *Ancognatha hylton-scottae* sp. nov. Parámeros, norma dorsal; 2, *Cyclocephala zischkai* sp. nov. Parámeros: *a*), norma dorsal; *b*), norma lateral. Escala = 1 mm.

Prosternón con el basisternón convexo y cubierto con puntuación pilífera; el presternón con pilosidad rala y sedosa; esternelo saliente en apófisis transversalmente hendida, y lo mismo que el basisternón, cubierto de pilosidad larga y bastante tupida.

Mesonoto con el escudete en triángulo ojival; la superficie muy fina, rasa y microscópicamente punteada, a veces con estrías microscópicas muy aproximadas, rasas y poco precisas, aún con aumento y, entre las que se intercalan algunos puntos grandes, simples y glabros. Elitros alargados, poco ensanchados caudalmente y con el ápice interno redondeado; la superficie sin estrías evidentes, con algún aumento se pueden notar dos o tres líneas angostas, realzadas en forma de costilla y, por debajo del tubérculo

humeral una impresión alargada pero corta; la puntuación, pequeña y ocelada, está generalmente ordenada en hileras longitudinales y siendo más impresa y notable lateralmente; tubérculo humeral conspicuo, pero no grande; sutura elitral sólo aparente como tal en el tercio caudal; callo distal casi inaparente; epipleuras angostas, marginadas internamente por una delicada membrana.

Piezas esternales de meso y metatórax con puntuación apretada y pilífera; la pilosidad larga y bastante tupida; el metasternón en el disco es deprimido y longitudinalmente surcado, lateralmente la escultura es rugoso-punteada.

Patas con los fémures en la faz ventral casi lisos; el anterior con una hilera de puntos pilíferos sobre el borde proximal y, estos distribuidos en el cuarto posterior en faja transversal, que se continúa por detrás; los fémures medio y posterior con puntos pilíferos dispersos sobre el borde anterior y dos hileras transversales sobre la región mesal y borde posterior, más ralos en este último, los pelos largos y salientes. Tibia anterior ensanchada, aplanada, el borde lateral en el tercio distal con tres dientes pequeños, siendo los distal y medios muy aproximados entre sí y, el proximal bien separado del medio y poco conspicuo, los medio y distal algo aguzados; espolón espiniforme, más largo que el 1er artejo tarsal. Tarso anterior poco más largo que la tibia y con los artejos 1º a 4º acortados y engrosados hacia este último; 4º el más ancho de todos, securiforme, con el borde medial aquillado y los bordes distales dorsal y ventral escotados lateralmente; 5º tan largo como los precedentes sumados, cilindroide, arqueado y engrosado distalmente. Uñas desiguales, la medial mayor, acodada en la base y poco atenuada hacia el ápice, cuyo borde ventral tiene una entalladura corta y forma un dientecito pequeño y aguzado; la uña lateral, menor, es arqueada y aguzada. Oniquio cilindroide, alargado, el ápice con dos sedas largas y similar en todas las patas. Tibias medias y posterior aplanadas, ésta última más larga; en la faz látero - ventral con una quillita transversal marginada con sedas espiniformes, este tipo de sedas es también encontrado ralamente distribuidas por la misma faz y muy tupidas en la faz medial; el ápice distal marginado con seditas chatas y largas; espolones espiniformes, largos, el dorsal más largo que el 1 er. artejo tarsal y el ventral más corto que ése. Tarsos medio y posterior filiformes, alargados, más largos que la tibia respec-

tiva; el 1 er. artejo más grueso que el 2º, pero subigual en largo a éste; del 2º al 4º en tamaño decreciente; 5º el más largo, algo arqueado; todos en la faz ventral con cepillo de sedas cortas y espinosas, más ralo en el 5º. Uñas desiguales, arqueadas y aguzadas, la externa poco más larga.

Abdomen: Esternitos I a V lateralmente con puntos pilíferos, éstos se ralean medialmente, donde se ordenan en hilera transversal sobre la mitad posterior, perdiéndose en los II a IV, los pelos largos y salientes; el V con la membrana del borde posterior ancha; esternito VI con los puntos pilíferos muy ralos lateralmente, sobre el borde posterior, que tiene menbrana ancha, con una hilera de puntitos pequeños y pilíferos, muy aproximados entre sí, los pelos bien salientes en la región mesal. Pigidio más ancho que largo, bien convexo; la superficie cubierta con puntos pilíferos impresos, separados, los pelos finos y relativamente cortos, excepto en el borde sobre el ápice, donde son tupidos y muy largos. Propigidio punteado, los puntos aglomerados, impresos, pilíferos, los pelos cortos pero erectos.

Aparato copulador con la falobase semitubular, hacia el ápice atenuada. Parámeros simétricos, cortos; vistos en norma dorsal (Fig. 1.) romboidales, con la región distal engrosada y el ápice redondeado; vistos en norma lateral triangulares, alargados.

♀ Difiere del ♂ por los élitros, que son lateralmente algo acanalados, formando la epipleura un pequeño reborde ensanchado y replegado hacia arriba, pero sin llegar a ser dentiforme; la tibia anterior es menos ensanchada y menos aplanada, con los dientes laterales más marcados; el tarso anterior es filiforme, con el 1 er. artejo más largo que el 2º, de este al 4º decrecientes, el 5º el más largo, cilindroide, algo arqueado; uñas desiguales, simples, arqueadas y aguzadas, la interna poco mayor que la externa. Pigidio con la puntuación más rala y la pilosidad más escasa y corta.

Largo ♂ 19 - 16, ♀: 19,5 - 17; ancho del pronoto ♂: 8 - 6,5, ♀: 8 - 6,5; ancho elitral ♂: 9 - 7,5, ♀: 9,5 - 8 mm aproximadamente.

Ejemplares examinados y procedencia: 14 (6 ♂♂ y 8 ♀♀) de Bolivia, departamento de Cochabamba. 5 ♂♂ y 2 ♀♀ de la provincia de Chapare, Incachaca, 2000 m de altura, XI - 1957 y II - 1959 (Rodolfo Zischka y A. Martínez - leg.); 1 ♂ y 5 ♀♀ de la misma provincia. Yungas del Palmar, Limbo 2000 m y Locotal 1200 m de altura (R. Zischka, J. R. de Martínez y A. Martínez - leg.) en

I - 1949 y II - 1955; 1 ♀ de la provincia de Carrasco (Siberia) 1850 m de altura, XII - 1962 (A. Andrae y F. H. Walz - leg.). Holotipo ♂, Alotipo ♀, 4 Paratipos ♂ y 6 Paratipos ♀ en la colección del autor; sendos Paratipo ♂ y ♀ en la Colección Nacional Entomológica, depositada en la División Entomología del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" de Buenos Aires.

Hemos visto en la colección del Sr. F. H. Walz, de Buenos Aires, algunos ejemplares de ambos sexos, procedentes de Bolivia, Cochabamba, Carrasco (Siberia), 1850 m de altura, XI - 1962 y, otros en la colección del Sr. R. Zischka, también de Bolivia y del Chapare, éstos últimos determinados como *Ancognatha humeralis* (Burmeister).

Dedicamos esta bonita especie a la profesora doctora D. María Isabel Hylton Scott de Birabén, de la Plata, como homenaje a su importantísima y vasta labor en el estudio de los Moluscos.

Cyclocephala zischkai sp. nov.

(Fig. 2 *a-b*)

DIAGNOSIS: Cyclocephala setosa Burmeister y *C. crepuscularis* Martínez próxima. Difiere de la primera por la forma y escultura del clípeo, que es más redondeado y sin trazas de sutura clípeo - frontal; los palpos maxilares con el último artejo muy largo y las mandíbulas con el ápice aguzado; el pronoto con puntuación menos marcada y lateralmente con áreas micropunteadas; el escudete con puntuación rala; los élitros con tres líneas costiformes, que aunque rasas, son evidentes con algún aumento; el pigidio con la escultura muy diluida y sólo con escasos puntos impresos, situados en la mitad basal y a lo largo del borde libre; los parámeros del ♂ son diferentes y, como carácter auxiliar la distinta coloración. De *crepuscularis* la reconocemos por la diferente forma del clípeo que es redondeado y no de lados convergentes, algo aguzado y claramente levantado como en *crepuscularis;* clípeo y frente sin sutura que los separe; el pronoto con la puntuación más espaciada y grande, que se pierde en la región de los ángulos anteriores y la pilosidad que lo cubre, que es larga y bastante densa; los élitros, algo brillantes, sin estrías definidas pero con puntuación neta y rala, aunque superficial y la pilosidad

larga y sedosa que cubre la región basal; el pigido es proporcionalmente más pequeño y la puntuación más dispersa y neta, sobre todo en la base; los parámeros de ♂ son completamente distintos en ambas especies.

DESCRIPCION. Oval - alargado, dorsalmente convexo y moderadamente brillante. Color general amarillo testáceo claro, con los bordes del clípeo, los tres cuartos distales del borde lateral en las tibias anteriores, ápice de los fémures, de las tibias media y posterior, incluyendo espolones, y de los artejos tarsales y las uñas obscurecidos más o menos intensamente; todo el cuerpo, excepto los élitros, donde únicamente se hallan en la base y en las epipleuras, cubierto con pilosidad larga y tupida del color general del cuerpo, que lo es más en la región ventral del tórax y, que es, en las tibias media y posterior algo rígida.

♂. *Cabeza:* Pequeña, tan larga como ancha, el borde clipeal semicircular, ligeramente elevado en fina quillita; la superficie levemente irregular; sin sutura clípeo - frontal evidente, excepto una pequeña área circulariforme y obscurecida a cada lado y en las proximidades del borde; la escultura de clípeo y frente es fina y aglomeradamente rugosa; en el vértice con puntos pequeños, algo irregulares, que se pierden hacia atrás, estando el borde posterior libre de ellos; cantos oculares triangulares, pequeños, cuneiformes.

Región ventral con el clípeo punteado y cubierto con seditas cortas, pero salientes y tupidas. Maxilas con las gálea y lacinia reducidas a un pequeño bloque prismático achatado e inerme; los palpos maxilares muy largos y salientes, el 4º el más largo y fusiforme. Labio con el mentón pequeño, cordiforme, los lados convergentes hacia adelante y con la región apical algo reflejada y levemente deprimida en surco longitudinal; la faz ventral cubierta con pilosidad larga y tupida; palpos robustos, largos, con el 3 er. artejo muy grande y fusiforme. Mandíbulas simples, aguzadas distalmente y salientes. Antenas de 9 ó 10 artejos (pudiendo tener un lado 9 y el otro 10), la maza angosta, su ancho como aproximadamente la suma del largo de los artejos 2º a 6º ó 7º.

Tórax: Pronoto aproximadamente el doble de ancho que largo; bordes laterales arqueados, borde posterior en arco lateralmente algo sinuoso e inmarginado; ángulos anteriores muy poco salien-

tes, obtusos de ápice romo; ángulos posteriores inaparentes por lo redondeados. Superficie convexa, a cada lado y sobre el borde algo irregular y con puntuación de dos tipos, una microscópica, glabra y la otra más grande, impresa, irregular y pilífera, totalmente distribuida, excepto en dos áreas semilunares, que apareciendo por detrás de los ángulos anteriores, se arquean hacia adentro y atrás, perdiéndose muy por delante del borde posterior; los pelos son largos, sedosos, bastante tupidos y salientes sobre los bordes laterales y posterior, los de este último cubriendo en parte la base de los élitros y el escudete.

Prosternón con el basisternón aquillado y lo mismo que el presternón cubierto con pilosidad fina y sedosa; el esternelo saliente en proceso dentiforme y también cubierto con pilosidad sedosa, larga y bastante tupida. Proepisternos y proepímeros cubiertos con abundante pilosidad larga y lanosa.

Mesonoto con el escudete en forma de lengüeta u ojival, con algunos puntos pilíferos dispersos en la zona central, los pelos largos y sedosos. Elitros sin estrías o interestrías aparentes al ojo desnudo, con algún aumento se notan, además de la sutura, tres líneas costiformes longitudinales, dos situadas entre aquella y el tubérculo humeral y la tercera por detrás de este último, todas marginadas por líneas de puntos rasos y mediocremente impresos; el resto de la superficie con puntuación rasa, más o menos aglomerada según los individuos y ordenada en hileras longitudinales no muy regulares, de las que hay dos o tres lateralmente al tubérculo humeral, que es algo notable; sutura elitral angosta, la hilera longitudinal de puntos que la margina algo impresa; callo distal inaparente; epipleuras desde la altura de la coxa posterior con membrana y fina pilosidad corta en forma de fleco que la margina, sobre toda la extensión del borde con sedas erectas, largas en la base, acortándose hacia el ápice donde se aglomeran casi tanto como las de la membrana; en la base con pilosidad larga y sedosa, el resto de los élitros, salvo la pilosidad ya anotada de las epipleuras, glabro.

Piezas mesosternales y metasternales cubiertas por pilosidad larga, tupida y lanosa, pero que permite ver la superficie donde está implantada; en el metasternón el disco es ligeramente deprimido y longitudinalmente surcado, siendo el surco algo ensanchado en el medio.

Patas con los fémures en la faz ventral cubiertos de pilosidad larga, fina y lanosa. Tibia anterior con el borde lateral tridentado, los dientes equidistantes entre sí, siendo el basal el más pequeño; espolón fino, espiniforme. Tarso anterior alargado, el artejo 1º subclaviforme, largo; 2º a 4º artejos cortos, decrecientes en tamaño y crecientes en grosor hacia el 4º y con el borde medial aquillado, siéndolo en este último mucho más notablemente; 5º artejo alargado, cilindroide, arqueado, ligeramente engrosado distalmente; uñas desiguales, simples, grandes, arqueadas y aguzadas, la medial mucho mayor. Oniquio alargado, fino, algo achatado, el ápice con dos sedas largas, siendo similar en todas las patas. Tibia media corta, algo aplanada, la faz látero - ventral con dos quillitas transversales, una en la mitad proximal, poco evidente y rasa y, otra en la mitad distal bien pronunciada, en las aristas de estas quillitas y por la superficie de esa faz y de la faz medial, con seditas rígidas bastantes largas, tupidas en esta última; el ápice marginado con seditas cortas y chatas; espolones espiniformes, el dorsal subigual en largo al 1 er. artejo tarsal, el ventral más corto que éste. Tarso medio filiforme, mucho más largo que la tibia, con el 1 er. artejo poco más corto que el 2º, de este al 4º decrecientes, el 5º el más largo de todos, el ápice distal y faz ventral de los cinco con pilosidad, tupida en esta última; uñas largas, finas, gráciles, poco arqueadas y aguzadas. Tibia posterior similar a la del par medio, excepto los espolones, donde el dorsal es más largo que el 1 er. artejo tarsal y, el ventral, más corto que éste, tiene el ápice romo. Tarso posterior con el 1 er. artejo bien más corto que el 2º, en lo demás similar al tarso precedente.

Abdomen: Los esternitos I a V lateralmente con puntuación pilífera bastante aglomerada, que se pierde hacia la región mesal, quedando sólo una hilera transversal situada en la mitad posterior; el esternito V con membrana sobre el borde posterior; los pelos largos y tupidos lateralmente, acortándose, aunque siempre salientes en la región mesal; esternito VI con la hilera de puntos situada sobre el borde posterior, los pelos erectos, los situados lateralmente más largos que los mediales. Pigidio grande, triangulariforme, convexo; la superficie en la mital basal y a lo largo del borde con puntos pilíferos espaciados, los pelos largos, sedosos. Propigidio aglomeradamente punteado - piloso, los pelos cortos, decumbentes; el borde posterior saliente en fina quilla. Aparato

copulador con la falobase grande, semitubular, atenuada hacia el ápice; parámeros (Fig. 2 - a, b) simétricos, libres desde la base, laterales, cada uno en forma de cuña alargada, siendo el ápice ligeramente engrosado y romo.

♀ desconocida.

Largo: 14 - 13; ancho elitral: 8 - 7,5 m aproximadamente.

Ejemplares examinados y procedencia: 6 ♂♂ de Bolivia, departamento de Cochabamba, provincia de Chapare, Coari, 3500 m de altura, XI-1957 (R. Zischka, coll.). Holotipo ♂ y 1 Paratipo ♂ en la colección del autor; 4 Paratipos ♂♂ en la colección del Sr. Rodolfo Zischka, actualmente en Munich, Alemania.

Tenemos el placer de dedicar esta nueva especie a su colector y gran amigo, el Sr. Rodolfo Zischka, a quien le debemos innumerables atenciones y cuantioso y valioso material entomológico.

LAS TRANSFORMACIONES HIPERBOLICAS Y PARABOLICAS

Por J. C. VIGNAUX

RESUME

On donne des interprétations geométriques des transformations bilinéaires de variable complexe hiperbólique ou parabolique, analogues a la transformation circulaire (de Möbius). Dans le premier cas, elles transforment des hiperboles en des hiperboles (*transformation hyperbolique*), tandis que dans le deuxième cas elles transforment paraboles en des paráboles *(transformation parabolique)*.

Aussi la propriété géométrique de *l'isogonalité* de la transformation circulaire, a ses analogues dans ces deux transformation a condition que cette notion soit interprétée dans les *métriques euclidiennes: hyperbolique* et *duelle*, respectivement, les quelles sout différents de la métrique ordinaire.

La interpretación geométrica de la función bilineal

$$Z = \frac{az + h}{cz + d} \qquad (ad - bc \neq 0), \tag{1}$$

donde los coeficientes y la variable son complejos ordinarios fue dada por Möbius y tiene, como es bien conocido, la propiedad geométrica fundamental:

Ella transforma las circunferencias en circunferencias (transformación circular) [1].

En esta Nota propongo interpretaciones geométricas de las expresiones bilineales de coeficientes y variable *compleja hiperbólica* o *parabólica.* Empleando algunas fórmulas que dimos sobre

[1] Véase, p. ej.: W. F. Osgood, *Fonction of a complex variable* (N. York, 1942); C. Carathéodory, *Conformal representation* (Cambridge, 1932); G. Julia, *Leçons sur la representation conforme* (París, 1950).

estos complejos [2] probaremos que: *ellas transforman hipérbolas en hiperbolas* en el primer caso y *parábolas en parabolas* en el segundo [3].

En cuanto a la propiedad geométrica de la transformación circular de ser *isogonal* y *conforme* (común a toda función holomorfa de una variable compleja ordinaria), no se verifican en ninguna de las dos transformaciones mencionadas anteriormente, ni en las funciones de variable compleja hiperbólica o parabólica. Esta propiedad se cumple, en cambio, empleando nuestra representación geométrica de los complejos hiperbólico y parabólico (dual) mediante las dos métricas euclidianas: *hiperbólica* y *dual* (o rectilínea), que difieren de la ordinaria en varios aspectos [4].

I. TRANSFORMACION HIPERBOLICA

Llamamos *transformación hiperbólica* a la definida por la expresión:

$$Z = \frac{az + b}{cz + d} \qquad (ad - bc \neq 0)$$

donde a, b, c, d, son números complejos hiperbólicos (no divisores de cero), $z = x + jy$ y $Z = X + jY$ dos variables comlejos hiperbólicos ($j^2 = +1$), representados por los puntos: $z = (z, y)$, $Z = (X, Y)$ referidos a dos sistemas rectangulares (superpuestos). La transformación inversa de la (1) existe y es de la misma forma.

El estudio analítico y geométrico de esta expresión se reduce a los siguientes casos simples:

[2] J. C. Vignaux, *Sobre el número complejo hiperbólico y su relación con la geometría de Borel.* Contribuciones VI (1935), La Plata; *La forma factorial del complejo hiperbólico,* Anales de la Sociedad Científica Argentina nº 123 (1936), Buenos Aires; *El complejo dual.* Idem (1936).

[3] Se refieren a *hipérbolas equiláteras* de *asintotas paralelas a las bisectrices de los ejes coordenados y de parábolas de ejes paralelos al de ordenada respectivamente.*

[4] J. C. Vignaux, *Sobre las geometrías de los complejos hiperbólico y dual y sus transformaciones ixagonales.* Primer Congreso Interuniversitario de Matemáticas, etc., de la Facultad de Ciencias de Bs. Aires (1954) y Cursillo de Seminario sobre *Representación conforme de las funciones de una variable compleja hiperbólica y de las funciones de una variable compleja dual* (en curso de publicación).

$Z = z + b$ (traslación), $Z = az$ (proporcionalidad)

$$Z = \frac{1}{z} \text{ (reciprocidad)}$$

Sean

$$Z = z + b, \qquad b = \alpha + j\beta \quad (j^2 = +1); \tag{2}$$

se tiene entonces:

$$X = x + \alpha, \qquad Y = y + \beta. \tag{3}$$

Estas ecuaciones definen una *traslación*

Sea

$$Z = \rho z \qquad (\rho \text{ real}); \tag{4}$$

se tiene

$$X = \rho x. \qquad Y = \rho y, \tag{5}$$

ecuación que define una *homotesia.*

Las ecuaciones (3) y (5) transforman la hipérbole (equilátera)

$$A(X^2 - Y^2) + BX + CY + D = 0 \qquad (A \neq 0) \tag{6}$$

en otra de la misma forma y recíprocamente.

En particular, las rectas $(A = o)$ se transforman en rectas.

Consideremos ahora:

$$Z = az \qquad \text{donde} \qquad a = ch\,\theta + j\,sh\,\theta \text{ [1]} \tag{7}$$

es decir:

$$\begin{aligned} X + jY &= (ch\,\theta + j\,sh\,\theta)(x + jy) \\ &= (xch\,\theta + ysh\,\theta) + j\,(xsh\,\theta + ych\,\theta); \end{aligned}$$

de donde

$$X = xch\,\theta + ysh\,\theta, \qquad Y = xsh\,\theta + ych\,\theta. \tag{8}$$

Estas ecuaciones son las expresiones analíticas de la transformación (7). Ellas transforman la hipérbola: $x^2 - y^2 = \tau^2$ en la mis-

[1] La expresión : $w = ch\,\theta + jsh\,\theta$ define una *función compleja hiperbólica* de la *variable real* θ $(-\infty < \theta < \infty)$: $w = e^{j\theta}$; ella representa la *hipérbola unidad* $x^2 - y^2 = 1$. La función : $w' = je^{j\theta}$ representa la *hipérbola conjugada* : $x^2 - y^2 = -1$.

ma: $X^2 - Y^2 = \tau^2$; es decir, el punto (X, Y) se desliza sobre esta curva.

Sean

$$\frac{y}{x} = th\,\varphi, \qquad \frac{Y}{X} = th\,\Omega$$

las pendientes de los diámetros que pasan por los puntos (x, y) y (X, Y) de esta hipérbole; se tiene

$$\frac{Y}{X} = \frac{th\,\theta + \frac{y}{x}}{1 + \frac{y}{x}\,th\,\theta}$$

es decir

$$th\,\Omega = th\,(\theta + \varphi) \qquad (9)$$

relación que define la pendiente (hiperbólica) del diámetro OZ.

De la (9) resulta la relación fundamental:

$$\Omega = \theta + \varphi \qquad (10)$$

entre sus *argumentos hiperbólicos*, los cuales están representados por las áreas de los sectores hiperbólicos correspondientes de la hipérbole unidad.

La transformación (7) define, por tanto, un *deslizamiento hiperbólico de centro O* y *amplitud hiperbólica* θ.

En esta transformación las bisectrices de los ejes coordenados permanecen *fijos*.

Haciendo la sustitución (8) en la ecuación de la hipérbole (6), resulta la ecuación:

$$A\,(x^2 - y^2) + B'x + C'y + D = 0 \qquad (A \neq 0) \qquad (11)$$

donde

$$B' = B\,ch\,\theta + C\,sh\,\theta, \qquad C' = B\,sh\,\theta + C\,ch\,\theta.$$

Luego: *todo deslizamiento hiperbólico* de *centro O transforma la hipérbola* (3) en otra de la *misma forma* (11).

En particular, las rectas ($A = o$) se transforman en rectas.

La transformación

$$Z = az \quad \text{donde} \quad a = \rho\,(ch\,\theta + j\,sh\,\theta) \quad (\rho \text{ real}) \qquad (12)$$

define una homotesia seguida de un deslizamiento hiperbólico y recíprocamente *(semejanza hiperbólica)*. Ella transforma la hipérbola (6) en otra de la misma forma.

Finalmente sea

$$Z = \frac{1}{z} \qquad z = x + jy \qquad (x^2 - y^2 \neq 0) \tag{13}$$

y consideramos primeramente el caso:

$$Z = \frac{1}{\bar{z}} \quad \text{donde} \quad \bar{z} = x - jy; \tag{14}$$

Se tiene

$$X + jY = \frac{1}{x - jy} = \frac{x + jy}{x^2 - y^2} \qquad (x^2 - y^2 \neq 0)$$

de donde

$$X = \frac{x}{x^2 - y^2}, \quad Y = \frac{y}{x^2 - y^2} \qquad (x^2 - y^2 \neq 0) \tag{15}$$

que constituyen la forma analítica de la transformación (14).

De estas ecuaciones resulta la relación:

$$X^2 - Y^2 = \frac{1}{x^2 - y^2};$$

luego la hipérbola: $x^2 - y^2 = r^2$ se transforma en la hipérbola: $X^2 - Y^2 = \frac{1}{r^2}$

En particular la hipérbola unidad ($r = 1$) se transforma en la misma.

También de (1) resulta: $\frac{Y}{X} = \frac{y}{x}$; luego la recta $Y = mX$ se transforma en la misma recta.

Esta transformación llamamos *inversión hiperbólica* de *centro O respecto* de la *hipérbola unidad.*

Sustituyendo las relaciones (15) en la ecuación de la hipérbole

$$A(X^2 - Y^2) + BX + CY + D = 0$$

resulta la ecuación análoga

$$D(x^2 - y^2) + Bx - Cy + A = 0$$

A las hipérboles que no pasan por el origen ($A \pm 0$, $D \pm 0$) corrseponden hipérbolas que no pasan por el origen.

A la hipérbole que pasa por el origen ($D = 0$) corresponde la rectas: $Bx - Cy + A = 0$ que no pasan por el origen.

La transforamción definida por la (13) se compone entonces de una *inversión hiperbólica* y de una *simetría* respecto del eje real.

II. TRANSFORMACION PARABOLICA

Llamamos *transformación parabólica* a la definida por la expresión:

$$Z = \frac{az + b}{cz + d} \qquad (ad - bc \neq 0)$$

donde *a*, *b*, *c*, *d* son números *complejos parabólicos* (no divisores de cero), $z = x + ky$ y $Z = X + kY$ ($k^2 = 0$) representan dos variables *complejas parabólicas*. Los puntos $z = (x, y)$, $Z = (X,Y)$ están referidos a dos sistemas rectangulares (superpuestos).

La transformación inversa de (1) existe y tiene la misma forma.

La (1) se compone de las siguientes transformaciones simples: la *traslación*

$$Z = z + b, \qquad b = \alpha + k\beta \qquad (k^2 = 0) \tag{1}$$

o bien

$$X = x + \alpha, \qquad Y = y + \beta; \tag{2}$$

la homotisia

$$Z = \rho z \qquad (\rho \; real) \tag{3}$$

o bien

$$X = x. \qquad Y = \rho y. \tag{4}$$

Las ecuaciones (2) y (3) transforman las parábolas

$$Y = AX^2 + BX + C \tag{5}$$

en parábolas del mismo tipo.

Sea ahora la transformación

$$Z = az \qquad \text{donde} \qquad a = 1 + k\omega\ [1] \tag{6}$$

[1] La expresión : $w = 1 + k\omega$ define una función *compleja parabólica* de la variable *real* ω ($-\infty < \omega < \infty$) que se puede escribir así : $w = e^{k\omega}$ y está representada por la resta : $x = 1$ parábolas al eje Oy. La función : $w = \omega(1 + k\omega) = \omega \, . \, e^{k\omega}$ representa la parábola cuyas ecuaciones paramétricas son : $x = \omega$, $y = \omega^2$ ($-\infty < \omega < \infty$) y la explícita $y = x^2$.

es decir:

$$X + kY = (1 + k\omega)(x + ky)$$
$$= x + k(y + \omega x)$$

de donde

$$X = x, \qquad Y = y + \omega x; \tag{7}$$

ecuaciones que dan las expresiones analíticas de la transformación.

A recta paralela al eje Oy : $X = r$ corresponde la misma: $x = r$; por tanto, el punto $Z \equiv (r, Y)$ se desliza sobre dicha recta.

También de las (8) resulta:

$$\frac{Y}{X} = \frac{y}{x} + \omega;$$

llamando: $\frac{y}{x} = m, \frac{Y}{X} = m'$ las pendientes de los rayos Oz y OZ restivamente, ella se puede escribir

$$m' = m + \omega,$$

que expresa la pendiente del rayo transformado. A esta transformación llamamos un *deslizamiento rectilíneo* de amplitud dual w.

Las parábolas

$$Y = AX^2 + BX + C \tag{8}$$

se transforman, mediante las sustituciones (7), en las parábolas:

$$y = Ax^2 + B'x + C \qquad (B' = B - \omega).$$

Luego: *en todo deslizamiento, las parábolas* (de eje vertical) *se transforman en otras del mismo tipo.*

Sea

$$Z = az, \qquad a = \rho(1 + k\omega) \qquad (\rho \textit{ real}) \tag{9}$$

esta transformación se compone de una homotesia y de un *deslizamiento rectilíneo* o recíprocamente. Ella transforma las parábolas (8) en las parábolas:

$$y = A'x^2 + B'x + C'$$

donde

$$A' = \rho A, \qquad B' = B + \omega, \qquad C' = \frac{C}{\rho} \qquad (\rho \neq 0)$$

Consideramos finalmente la transformación

$$Z = \frac{1}{z}, \qquad z = x + ky \qquad (x \neq 0); \qquad (10)$$

Se tiene entonces:

$$X + kY = \frac{1}{x + ky} = \frac{x - ky}{x^2} \qquad (x \neq 0)$$

de donde

$$X = \frac{1}{x} \qquad Y = -\frac{y}{x^2}, \qquad (11)$$

expresiones analíticas de la transformación.

La primera nos dice que el punto N(X, 0) es el inverso del punto M(x, 0) respecto del círculo unidad. La recta paralela por N al eje Oy determina sobre el rayo Oz el punto P tal que

$$NP = \frac{y}{x^2} = -Y;$$

luego el punto Z transformado del z, es *simétrico* del punto P (X, Y) con respecto al eje real Ox.

El punto P (X, Y) llamamos el *inverso dual* del punt z (x, y). La transformación (9) se compone de una *inversión dual* y de una simetría respecto del eje real.

La ecuaciones (10) transforman la parábola: $Y = AX^2 + BX + C$ en la parábola $y = -Cx^2 - BBx - A$; por tanto:

A parábolas que no pasan por el origen ($A \neq 0$, $C \neq 0$) *corresponde, parábolas que no pasan por el origen.*

A parábolas que pasan por el origen ($A \neq 0$, $C = 0$) *corresponden rectas que no pasan por el origen y recíprocamente.*

Recibido para su publicación el 15 de enero de 1965.

CONTRIBUCION A LA HISTOQUIMICA DE ALGUNOS HONGOS PATOGENOS DIFASICOS [1]

Por Dr. PABLO NEGRONI y Lic. AMANDA ASCIONE

(Centro de Micología de la Cátedra de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias Médicas de Buenos Aires).

SUMMARY

We have carried out studies of alcaline phosphatase and esterase on both filamentous and yeast-line phases of the following pathogenic fungi: *Sporotrichum schenckii, Blastomyces dermatitidis* and *Histoplasma capsulatum.*

Alcaline phosphatase was investigated by means of the modified coupling azoic method according to Pearse, A. G. E. (1960) and, the esterase, employing α naphtyl acetate. Fixation in anhidrous acetone et 4° C was superior to the use of neutral or buffered formaldehide. Both enzymes appear as granules inside the fiflaments or the yeast-like cells being those of the esterase more delicate. We could not be able to appreciate any difference in the amount or distribution of the enzimes in the diphasic fungi already mentioned.

Antecedentes. — Feulgen y Rossenbeck y Feulgen y Voigt emplearon, en 1924, la fuchsina básica decolorada como un reactivo microquímico para revelar la presencia de substancias semejantes a aldehidos en los núcleos de las células, designando, por ese motivo, "reacción nucleal" a esta nueva técnica. De Lamater y Ulrich (1948) dieron a conocer nuevos estudios sobre el método de Feulgen aplicándolo al estudio de los hongos siguientes: *Blastomyces dermatitidis, Histoplasma capsulatum, Saccharomyces cerevisiae, Candida albicans, C. stellatoidea, C. krusei, C. parakrusei* y otras especies de *Candida,* asi como al de la fase parasitaria de *B. der-*

[1] Trabajo realizado mediante el subsidio (Legajo 1220) del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

matitidis y *Sporotrichum schenckii* en animales infectados experimentalmente. Barger y de Lamater (1948) estudiando la faz química de la preparación del reactivo de Schiff (fuchsina básica decolorada) comprobaron que el SO_2 es el agente activo en la obtención del leucoderivado, logrando buenos resultados mediante el empleo del cloruro de tionilo. En el mismo año Hotchkiss, R. D. demostró que es posible teñir, mediante el reactivo de Schiff, los polisacáridos de los tejidos transformándolos, previamente, en polialdehidos, por oxidación. Casi simultáneamente apareció el trabajo de McManus en el mismo sentido. Kligman y Nescon (1950), dieron amplia difusión a la técnica de Hotchkiss-McManus en su aplicación al diagnóstico microscópico de las micosis, siendo de uso corriente en la actualidad.

Breslau, A. M. (1957) demostró la presencia de fosfolípidos en los esporangios maduros del *Coccidioides immitis*, así como la de ácido ribonucleico y de un mucopolisacárido. Balbi, E. (1959) determinó la presencia de polisacáridos complejos con grupos aldehidos y ácidos, mediante métodos histoquímicos, en el *Trichophyton tonsurans* desarrollado en los medios de cultivo y, Roth y Winkelman (1960), estudiaron la presencia de fosfatasa alcalina, esterasa no específica y colinesterasa específica y no específica en este grupo de hongos. De particular interés son las investigaciones de Liu (Yen-Fang) sobre las fosfatasas ácida y alcalina del *Cryptococcus neoformans*. Las primeras están presentes tanto en la fase parasitaria cuanto en la saprofítica, en tanto que las fosfatasas alcalinas existen tan sólo en la fase parasitaria, lo cual induce a pensar que es una enzima de adaptación.

Objeto de este trabajo. — Nos hemos propuesto investigar si la existencia y distribución de enzimas sufre cambios en las fases parasitaria y saprofítica de algunos hongos patógenos.

En esta primera serie de experiencias nos hemos limitado a tres hongos, al estudio de dos enzimas: la fosfatasa alcalino y la esterasa y a la obtención de la fase pararitaria "in vitro". Tenemos el propósito de estudiar otras enzimas así como extender esta investigación a la fase parasitaria "in vivo" mediante inoculaciones experimentales a los animales de laboratorio.

El P es un componente muy importante del contenido celular de los hongos, pues entra en la composición del ácido nucleico, de



Fig. 1. — Fosfatasa alcalina (aspecto microscópico tomado con cámara clara). 1 y 2, *Histoplasma capsulatum* fases filamentosa y levaduriforme ; 3, *Sporotrichum schenckii* ; 4, *Blastomyces dermatitidis.*

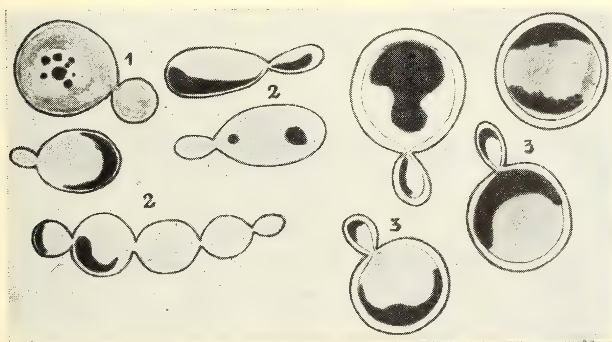


Fig. 2. — Esterasas (aspecto microscópico tomado con cámara clara). 1, *Sporotrichum schenckii* ; 2, *Histoplasma capsulatum* ; 3, *Blastomyces dermatitidis*

nucleótidos, fosfolípidos, de enzimas y representa el 3 % del peso seco del micelo. Los hongos transforman el ortofosfato inorgánico del substracto en fosfato orgánico.

Las fosfatasas son enzimas que hidrolizan los ésteres de fosfato, dividiéndoselas en alcalina y ácida según el pH óptimo de su actividad "in vitro".

Material y métodos.

Empleamos en nuestros estudios las siguientes cepas de hongos difásicos de la *Micoteca del Centro de Micología:*

Sporotrichum schenckii cepa n° 1611

Blastomyces dermatitidis cepa n° 870

Histoplasma capsulatum cepa n° 921.

La fase saprofítica o filamentosa se la obtuvo en los siguientes medios de cultivo: Sabouraud líquido y caldo glucosado al 1 %, incubando los cultivos a 28°. La fase parasitaria o levaduriforme se logró sembrando una suspensión de esporos de las cepas mencionadas, en agar caldo con 5 % de sangre y 1 % de extracto de lavadura, incubando los cultivos a 37° y tomando la precaución de mantenerlos constantemente húmedos mediante la adición de caldo infusión de carne en cantidad suficiente para obtener un nivel líquido de 1 cm de altura, aproximadamente.

Fosfatasa alcalina. — Se utilizó el método modificado de coloración azoica con copulación de (Pearse, A. G. E., 1960), empleando los siguientes fijadores en sendas series de experiencia: 1) Formol neutro al 10 % y al 6 % enfriado a 4°; 2) Formol al 10 % amortiguado de Lillie (formaldehido al 40 %, 100 ml; agua destilada 900 ml; $PO_4H_2Na\ H_2O$... 4 g; $PO_4H\ Na_2$ (anhidro) 6,5 g enfriado a 4°; 3) acetona pura anhidra a 4°.

Técnica utilizada: El material de los cultivos filamentosos de un tiempo de incubación variable de 1 a 3 semanas, según la cepa y la serie de experiencias, se tomó con agujas de disección, se lo lavó con agua destilada en cajas de Petri y se lo pasó al fijador, en frío, dejándolo actuar de 1 a 3 horas. Los lavados en agua se hicieron removiendo el material en el baño y no bajo chorro de

agua. Se montó en glicerina gelatinada y se observaron las preparaciones con objetivo seco y de inmersión.

Para el mismo estudio de los hongos desarrollados en la fase levaduriforme, se extrajo, mediante una espatulita, una lámina del desarrollo incluyendo una capa de agar, fijándola en frío como queda dicho. Con una espátula se retiró el bloque del baño fijador con la precaución de mantener hacia arriba la superficie con el desarrollo, se hicieron extendido del material en portaobjetos, suspendiéndolo en una gotita de agua, se los dejó secar a temperatura ambiente y se continuó los distintos tiempos de la coloración colocando los portaobjetos en cubetas ranuradas. Los lavados se hicieron con un chorro fino de agua corriente filtrada y se montaron las preparaciones en glicerina gelatinada.

Las drogas utilizadas fueron puras e importadas de la firma Edward Gurr, Ltd.

Esterasa. — Se utilizó el método del acetato α naftilo, según Pearse, 1960, utilizando la misma técnica que para las fosfatasas. Las preparaciones montadas se mantuvieron en la cámara fría a 4°.

Resultados. — La fosfatasa alcalina se presenta en la fase filamentosa de los hongos estudiados en forma de granulaciones de diverso tamaño esparcidas en el contenido celular y, a veces, adheridas a la pared, teñidas en negro por haber empleado el 4-benzolamino-2 : 5-dimetoxianilina.

En la fase levaduriforme esta enzima se presenta, igualmente, en forma de granulaciones de diversos tamaños formando, en ocasiones, conglomerados moriformes.

La esterasa aparece, igualmente, en forma de granulaciones, pero, en general, mucho más finas que las fosfatasas alcalinas.

En algunas células de la fase levaduriforme existen masas amorfas o en forma de casquete semilunar adheridas a la pared celular, más o menos interesante teñidas, cuya interpretación queda en suspenso.

El tiempo de incubación de los cultivos de 4 a 12 días en la serie estudiada, no parece influir en la cantidad ni en la distribución de las enzimas. Tampoco hemos notado diferencias apreciables en la fase filamentosa y levaduriforme "in vitro" de los

hongos estudiados. La fijación en acetona anhidra a 4° se ha revelado superior a la del formaldehido neutro o amortiguado. Hemos efectuado las reacciones en un lapso de 4 a 6 horas, desecando las preparaciones a la temperatura ambiente y acortando los tiempos de los lavados para evitar el deterioro de las enzimas y las contaminaciones bacterianas.

BIBLIOGRAFIA

Balbi, E., 1959. Ricerche istochimiche intorno alla structura dei dermatomiceti. — Minerva Dermat., *34* : 80-85.

Berlinger, L. F., 1951. Detection of phosphatase activity in polarized light following glycerophosphate incubation. — Proc. Soc. Exp. Biol. & Med., *77* : 266.

Burton, N., 1954. Histological demonstration of alcaline phosphatase and non speciphic esterase by azo-dye methods. — Nature, *173* : 642-643.

Conn, H. J., 1946. Biological Stains. — Geneva, N.Y.

De Lamater, E. and Ulrich, D., 1948. Basic fuchsin as a nuclear stain. — Stain Technol., *23* : 161, y Mycologia, *40* : 423.

Feulgen, R. u Rossenbeck, H., 1924. Mickroskopisch-chemischer Nachweis einer Nucleinsäure von Typus der Thymonucleinsäure und auf die darauf beruhende elektive Farbung von Zellkernen in mikroskopischen Präparaten. — Zts, Physiol. Chem., *135* : 203-248.

— u. Voit K., 1924. Uber den Mechanismus der Nuclealfärbung. — Zts. Phisiol. Che., *135* : 249-252 y *136* : 57-61.

Fiese, M. K., 1958. Coccidioidomycosis. — Ch. C. Thomas Pub., Springfield: 111.

Foster, J. W., 1949. Chemical activities of Fungi. — Acad. Press. Inc. Publ. N. York.

Freiman, D. G.,, 1953. Use of an organic chelating in histochamical study of alcaline phosphatase activation. — Proc. Soc. Exp. Biol. & Med., *84* : 338-341.

Hotchkiss, R. D., 1948. A michrochemical reaction resulting in the staining of polysaccharide structures in fixed tissue preparations.—Arch. Biochem., *16* : 131.

Hawker, L. E., 1950. Phisiology of fungi. — Univ. of London Press Ltd.

Kligman, A. M. and Nescon, H., 1950. The periodic acid Schiff stain for the demonstration of fungi in animal tissue. — J. Bact., *60* : 415.

— 1951. The Hotchkiss-McManus stain for the histopathologic diagnosis of fungus disease. — Amer. J. Clin. Pathol., *21* : 41.

Leduc, E. et Dempsey, E. W., 1951. Activation and diffusion as factors influencing the reliability of the histochemical method for alcaline phosphatase. — J. Anat., *85* : 305-315.

Lison, L., 1936. Histochimie animale. — Gautier Villars, París.

Liu, Yen-Fang, 1959. Preliminary observations on the phosphatases of *Cryptococcus neoformans*. A histochemical study.—Chin. med. J., *79*: 138-142, Ref. Rev. Med. & Veter. Myc., *3* : 321 (1516), 1960.

Michel, J. P., 1956. Un milieu d'inclusion préservant les substances thermolabiles Application à l'étude histochimique des enzymes.—Ann. Histoch., *1* : 5-9.

Negroni, P., 1935. La cápsula de *Mycotorula albicans* y de otros hongos levaduriformes. — Rev. Soc. Arg. Biol., *11* : 289-293.

— 1936. La capsule des levures. — Ann. Parasit. hum. et comp., *14* : 501-511.

— 1940. Estudio micológico del primer caso argentino de histoplasmisis. — Rev. Inst. Bact., *9* : 239-294.

— 1940. Transformación "in vitro" del *Rhinocladium schenckii* en cultivo levaduriforme. — Rev. Arg. Dermat., *24* : 417-478.

— 1952. Estudios sobre el *Cryptococcus neoformans*. III: La formación capsular. — An. Soc. Cient. Arg., *153* : 200.

Pearse, A. G. E., 1960. Histoquímica. Teórica y aplicada. — Aguilar, Ed., Madrid.

Roth, H. L. & Winkel, am. R. K., 1960. Histochemical technic for microscopic study of fungi. — J. Invest. Dermat, *35* : 353-359.

Raulin, J., 1963. Etudes chimiques sur la végétation des Mucédinées. — C. R. Ac. Sc. París, *57* : 228.

Tarbet, J. E. & Breslau, A. M., 1953. Histochemical investigations on the spherules of *Coccidioides immitis* in relation to host. — J. Inf. Dis., *92* : 183-190.

Widra, A., 1963. Histochemical observations on *Actynomyces bovis* granules. — Sabouraudia, *2* : 264-267.

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO

DEL

PROCESO DE SOLIDIFICACION EN Al 99,99 %

ESTUDIO DE LA SUBESTRUCTURA DE SMIALOWSKI MEDIANTE LAS FIGURAS DE CORROSION Y LA MIGRACION DISCONTINUA DE LOS BORDES DE GRANO *

POR M. KURTAGIC [1] Y P. KITTL [2]

ABSTRACT

The aging between the time of electrolitic polishing and etching with Lacombe-Beauyard reactive was investigated in the Smialowski substructure in Al 99,99 %.

Only a few grains presented the etching previously reported by H. Biloni if the reaction goes inmediatly after polishing, a week later all the grains do so.

The grain boundary shift can be studied without any subsequent metalographic procedure in the surface and, this shifting is practically discontinous.

INTRODUCCION

En el caso del Al, Lacombe y sus colaboradores han demostrado los siguientes hechos fundamentales (1), resumidos por Biloni (2):

a) La existencia de dislocaciones solas no puede ser revelada por figuras de corrosión.

* Presentado en la 45ª reunión de la A.F.A., La Plata, 28-V-65.

[1] Facultad de Ciencias de San Luis, Universidad Nacional de Cuyo, República Argentina.

[3] Laboratorio de Microscopía Electrónica del Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales (IDIEM) de la Universidad de Chile, República de Chile.

b) La existencia de soluto o precipitado discreto de una fase no produce figuras de corrosión.

c) Las figuras de corrosión revelan las atmósferas que determinados solutos forman alrededor de las dislocaciones.

d) Para Al 99,99 % los trabajos de Wyon y Lacombe demuestran en forma semicuantitativa que el átomo responsable es el de Fe.

Estos resultados que se refieren al Al puro y al proceso de poligonización fueron obtenidos por Wyon, Marchin y Lacombe ([3]), luego de pulir electrolíticamente las muestras, atacándolas después con un reactivo especial compuesto de 49 % de ácido nítrico, 10 % de ácido clorhídrico, 40 % de butillcellosolve, 10 ppmm de cloruro áurico y 1 % de ácido fluorhídrico (reactivo de W.M.L.), reactivo muy delicado y que en general conduce a resultados que son de difícil reproducción. Algunas veces se ha podido poner de manifiesto una subestructura de macromosaico con agua regia fluorada (48 % de ácido clorhídrico, 50 % de ácido nítrico y 2 % de ácido fluorhídrico) como lo ha hecho Lacombe y Beauyard ([4]) (reactivo de L.B.), pero su reproducción es muy dificultosa.

Biloni ensayó el primer reactivo (reactivo de W.M.L.) para estudiar las subestructuras de solidificación, aplicando conjuntamente las técnicas de las capas epitáxicas delgadas y de las microfiguras de corrosión producidas por el reactivo más arriba mencionado. Además comprobó ([2, 5, 6]) que hay acumulación de figuras de corrosión en las zonas de segregación de impurezas, y supone en consecuencia que allí existen dislocaciones con una atmósfera de impurezas.

En el presente trabajo se intenta reproducir los resultados obtenidos por Biloni, pero usando el reactivo de L.B. para producir las figuras de corrosión.

El método empleado se debe a Braun ([7]). Esta técnica consiste en someter las muestras a la acción de un reactivo (en este caso el de L.B.) que las ataca, inmediatamente después de electropulirlas, después de una semana, después de dos semanas y así sucesivamente. Con este procedimiento Braun observó que la máxima concentración de microfiguras de corrosión se obtiene en los bordes de grano y luego de cierto tiempo de envejecimiento. Este hecho le permitió hacer la siguiente hipótesis: las impurezas migran a través de la capa de óxido formando en la superficie zonas que tienen distinta

concentración de soluto, que al entrar en contacto con el reactivo actúan como pares eléctricos produciendo un ataque preferencial en dicha zona.

Incidentalmente se ha podido estudiar la migración de los bordes de grano que se produce durante el crecimiento de los mismos.

Varios autores han estudiado el desplazamiento de los bordes de grano y algunos han obtenido la evidencia de que existe algún tipo de discontinuidad. Latiere y Michaud ([8]) recociendo muestras de Al 99,99 % a temperaturas próximas a la de fusión, pudieron observar que los bordes de grano se desplazan dejando trazas distantes en las cuales se nota una depresión. Esta depresión es atribuida por Latiere y Michaud a la segregación de impurezas en los bordes de grano, las cuales originan una disminución de la temperatura de fusión del Al en dicha zona, produciendo en consecuencia la hendidura observada. Con otros métodos Kittl, Tabares y Rodríguez ([9]), han obtenido mediante un recocido en atmósfera de argón-fósforo pequeñas figuras de corrosión (pits) que marcan la ubicación del borde de grano, y que durante el proceso del ataque térmico actuaron como núcleos de precipitación de vacancias, delineando los bordes de granos desplazados, los cuales resultaron sensiblemente discontinuos. Esto permite hacer la hipótesis de que la velocidad de formación de los pits es mayor que la velocidad de migración de los bordes de grano, y que esta velocidad es discontinua para los valores observados. Las causas de esta discontinuidad parecen complejas, puesto que el crecimiento del grano debe estar gobernado por un proceso de difusión esencialmente continuo.

METODOS EXPERIMENTALES

Las probetas que fueron fundidas en crisoles de grafito se fabricaron de la siguiente forma: un tipo de ellas fue solidificado en lingotera de grafito, y el segundo tipo fue obtenido volcando el Al líquido, en un molde de bronce, cuyas paredes interiores fueron recubiertas previamente con una capa de negro de humo.

El molde de bronce fue diseñado de manera que presente un gradiente térmico adecuado para que el Al se solidifique desde el fondo del molde y poder durante el proceso de solidificación volcar el líquido remanente. Así se obtiene la interfase sólida-líquida, la cual presenta un aspecto análogo a las obtenidas por Chalmers, Rutters y otros ([10] y [11]) (fig. 1).

Todas las probetas fueron pulidas electrolíticamente con el reactivo de Jacquet ([12]), 33 % de ácido perclórico y 66 % de anhidrido acético, 20 voltios en un baño refrigerado.

Las figuras de corrosión se obtuvieron con el reactivo de L.B. a cero grados Centígrados, atacando entre siete y quince segundos.

Las probetas fueron sometidas a diferentes tratamientos: ataque sin pulido electrolítico inmediatamente después de hecha la muestra y una semana después; ataque químico inmediatamente después del pulido electrolítico y un tiempo después.

Las observaciones se realizaron con un microscopio Metatest Pol Reichert, con dispositivo de contraste de fase.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

a) Estudio de la subestructura de Smialowski:

La interfase sólida-líquida con la subestructura hexagonal de Smialowski (fig. 1) fue atacada inmediatamente después de su obtención, observándose figuras de corrosión solamente en los bordes de grano (fig. 2). Atacando con el reactivo de L.B. tres días después de su obtención, se observó un resultado igual al anterior y análogamente después de siete días.

Posteriormente se procedió a pulir la interfase con el reactivo de Jacquet, y, al atacar con el reactivo de L.B. inmediatamente después del pulido electrolítico, se observó figuras de corrosión sólo en alguno de los nodos de la subestructura de Smialowski (fig. 3). Atacando luego de nueve días de envejecimiento se obtuvo figuras de corrosión en todos los nodos de la subestructura de Smialowski.

b) Estudio de la superficie solidificada:

En la superficie de Al solidificada que estuvo en contacto con el molde, cuando éste está muy limpio, se observa en ella una serie de marcas identificables con los bordes de grano y las subestructuras de segregación. Los bordes de grano se ven muy bien marcados en la figura 6, y es muy sencillo individualizarlos. Además, se puede observar que existen depresiones próximas a los bordes de grano que pueden identificarse con las subestructuras de segregación.

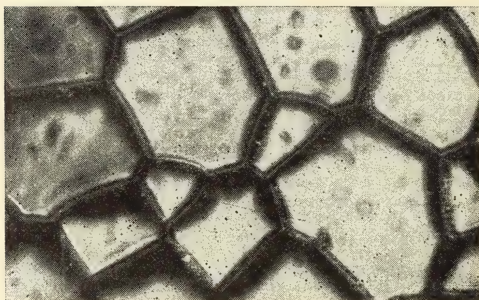


Fig. 1. — Subestructura de Smialowski en la interfase sólida-líquida de una probeta de Al de pureza 99,99 °/o (300 ×)

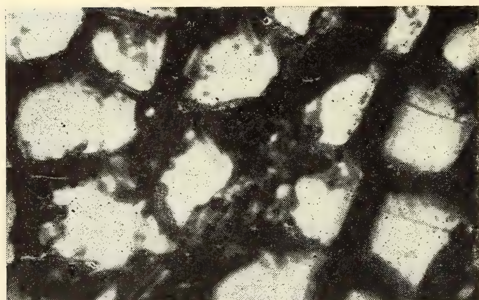


Fig. 2. — Idem a la anterior, pero atacada con el reactivo de L. B. inmediatamente después de haber solidificado. Se observan líneas de slip que indican distintas orientaciones cristalográficas y figuras de corrosión en los bordes de grano (300 ×).

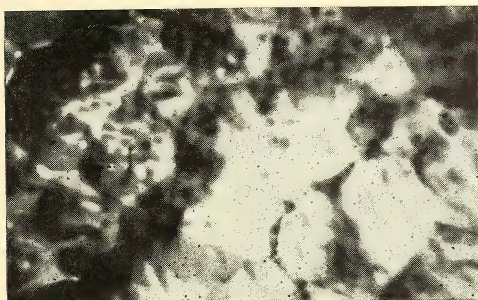


Fig. 3. — Idem a las anteriores, pero pulida electrolíticamente con el reactivo de Jacquet y atacada con el reactivo de L. B. inmediatamente después de ser pulida electrolíticamente. Se observa que sólo algunos nodos de la subestructura celular presentan figuras de corrosión (800 ×).

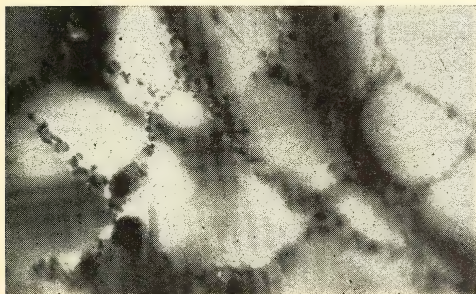


Fig. 4. — Idem a la anterior, pero atacada con el reactivo de L. B., nueve días después de ser pulida electrolíticamente. Se observa que hay ataque en todos los nodos de la subestructura celular (800 ×).

Atacando la muestra con el reactivo de L.B. inmediatamente después de solidificarse, se observa que la corrosión tuvo lugar en los bordes de grano, casi exclusivamente (fig. 7). Envejeciendo la muestra cinco o diez días después de solidificarse se obtuvo el mismo resultado.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

a) Estudio de la subestructura de Smialowski:

La ausencia de corrosión en la zona intercelular cuando la muestra es atacada con el reactivo de L.B. inmediatamente después de separar la interfase, se puede interpretar como que ha ocurrido uno de los siguientes fenómenos:

1. Que se formó una capa de óxido muy gruesa en la interfase que impide el ataque químico, salvo en los bordes de grano.
2. Que no hubo tiempo suficiente como para que las impurezas migren hacia las dislocaciones, salvo en el caso del borde de grano donde hay una gran concentración de dislocaciones. Sin embargo, basta pulir algunos micrones para que un nuevo ataque produzca figuras de corrosión en algunos (muy pocos) nodos de la subestructura de Smialowski. Si suponemos que el reactivo de L.B. pone de manifiesto la asociacin dislocación-impureza, debemos suponer, a la vez, que esto no es cierto en algunos lugares, tal vez por cambio de orientación cristalográfica. La obtención de microfiguras de corrosión en todos los nodos cuando se ataca después de nueve días de envejecimiento, puede indicar que no es imprescindible la asociación dislocación-impureza para obtener ataque en ciertas regiones, la sola presencia de impurezas podría ser la causa de este ataque preferencial.

b) Estudio de la superficie solidificada:

En este tipo de muestras es posible observar con notable precisión las migraciones de los bordes de grano. Estas migraciones se producen en los instantes posteriores al proceso de solidificación cuando la temperatura está muy próxima a

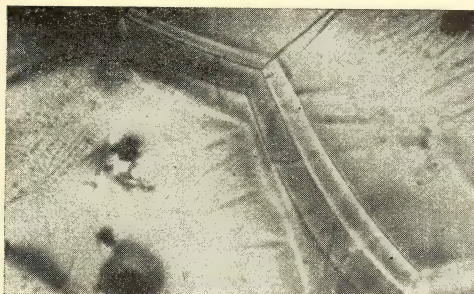


Fig. 5. — Lingote de Al solidificado de pureza 99,99 % en el cual se observa el desplazamiento discontinuo de los bordes de grano (900 ×).

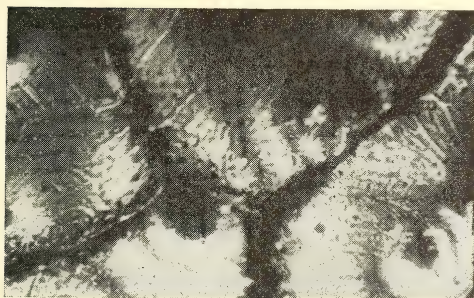


Fig. 6. — Idem a la anterior, pero atacada con el reactivo de L. B. Se obseva el ataque unicamente en los bordes de grano (300 ×).

la de fusión. Probablemente la migración del borde de grano es facilitada por una superabundancia de vacancias que existen al disminuir la temperatura.

Este proceso estudiado por Lacombe ([13] y [14]) muestra que una atmósfera sobresaturada de vacancias facilita el movimiento de las dislocaciones hacia una posición de mayor equilibrio estable. Sabemos cuál es la causa probable de que en los instantes posteriores al proceso de solidificación los bordes de grano migren, pero no sabemos cuál es la causa de que esta migración sea discontinua.

Agradecimientos. — A los señores R. Alvarez y A. Venerandi, por haber realizado el trabajo fotográfico.

BIBLIOGRAFIA

1. Lacombe, P. y Wyon, G.; Conferencia "*Defectes in crystalline solids*", Bristol, 347 (1954).
2. Biloni, H.; Comisión Nacional de Energía Atómica. Informe nº 46.
3. Wyon, G., Marchin, I. y Lacombe, P.; Revue de Metallurgie *6*, 56 (1959).
4. Lacombe, P. y Beauyard, L.; J. Inst. o Metals, *74*, 81 (1948).
5. Biloni, H. y Destaillats, L.; Metaux Corrosin Ind., *404*, 137 (1959).
6. Biloni, H.; Canad. J. Phys., *39*, 1501, (1961).
7. Braun, I.; Phil. Mag., *3*, 1312 (1958).
8. Latiere, J. y Michaud, R.; Comptes Rendus, *255*, 3187 (1962).
9. Kittl, P., Tabares, H. y Rodríguez, G.; Revista del IDIEM, *3*, 83 (1964).
10. Rutter, J. W. y Chalmers, B.; Canad. J. Phys., *31*, 15 (1956).
11. Tiller, W. A. y Rutter, J. W.; Canad. J. Phys., *34*, 96 (1956).
12. Jacquet, P.; Metallurgical Review, *1*, parte 2, 157 (1956).
13. Wyon, G., Marchin, I. y Lacombe, P.; Rev. Metallurg., *56*, 549 (1959).
14. Wyon, G., Marchin, I. y Lacombe, P.; Rev. Metallurg., *58*, 641 (1959).

Recibido el 7 de junio de 1965.

BIBLIOGRAFIA

Pollaczek, Félix: *"Teorie Analytique des Problemes Stochastiques Relatifs a un Groupe de Lignes Telephoniques avec Dispositif D' Attente"* (pp. 114). (Gauthier-Villars et Cie, ed.). París, *1961.*

Las monografías editadas por la ya clásica editorial Gauthier-Villars en la colección: *Memorial des Sciences Mathematiques,* dirigida por el prof. Henri Viltal, son de un alto nivel científico y una inagotable seriedad. Firmas como la de PauAppell, E. Cartan, G. Darmois, G. Valiron, P. Humbert, T. Levi-Civita, V. Volterra y otros ilustres matemáticos la componen. La del profesor F. Pollaczek corresponde al fascículo 150, también se le deben el nº 131 y 136 de la misma colección.

Consta de 5 capítulos y 7 suplementos, que son los siguientes:

Capítulo 1º Construcción de las transformaciones de Laplace-Stieltjes de diferentes funciones de repartición en intervalos.

Capítulo 2º Construcción de funciones generatrices de diferentes probabilidades.

Capítulo 3º Problemas concernientes a la repartición de los parámetros markovianos t Teoría del bloque temporal.

Capítulo 4º Resolución de las ecuaciones integrales:

Capítulo 5: Resolución de las ecuaciones integrales citadas, en las diferentes hipótesis sobre las transformaciones de Laplace-Stieltjes:

Los suplementos tratan sobre: detalles de índole metodológico. Las citas se resumen a 14. — *Aldo R. J. Paoli.*

Kofler, Lucie: *"Croissance et développement des plantes"* (Gauthier-Villars *Editeur*). (Collection d'Enseignement Biologique). París, 1963.

Esta obra didáctica adaptada al programa nacional de Fisiología Vegetal para quienes hayan de enseñar en Francia Ciencias Biológicas, trata un tema difícil, sobre el que hay muy poca literatura para la enseñanza, redactado en forma accesible y atrayente para el estudiante, el horticultor y el agricultor.

Presenta en forma detallada, con método y subordinación precisos y con gran actualidad, los principales temas que interesan hoy en el estudio del crecimiento y el desarrollo de los vegetales, y que se detallan en un índice alfabético.

Una veintena de capítulos agrupados en tres partes, abarcan, entre otros, los siguientes tópicos:

Primera parte: Descripción de los fenómenos de crecimiento. Cinética. Localización de los meristemas. Diferenciación, senescencia, rejuvenecimiento. Ritmos de crecimiento. Correlaciones. Cicatrización de heridas. Regeneración y polaridad. Influencia de los factores externos en la morfología y las orientaciones del crecimiento.

Segunda parte: Auxinas y otras sustancias de crecimiento. Historia. Extracción e identificación. Influencia en el crecimiento por auxesis y por meresis. Tropismo. Auxinas de síntesis y aplicaciones prácticas. Mecanismo de la acción auxínica. Modo de regulación. Otros factores de crecimiento no auxínicos.

Tercera parte: Problemas especiales vinculados al crecimiento y al desarrollo. Tumores vegetales. Dormancia de las semillas. Inhibidores de la germinación. Dormancia de las yemas. Esbozo floral. Floración. Fotoperiodismo. Vernalización. Hormonas y reproducción en los vegetales inferiores. Técnicas para la conducción de ensayos.

Cada tópico está subdividido en trozos breves de fácil comprensión e independientes dentro del contexto general. Se indica el alcance de las conclusiones, hipótesis o presunciones científicas. Se plantean las incógnitas con precisión, norma que condiciona el rigor en el pensar científico del alumno.

Referencias históricas breves pero abundantes. Dibujos y esquemas sobrios y demostrativos, así como las fórmulas desarrolladas y los modelos moleculares útiles al tratar del mecanismo de la acción auxínica. La parte química consta de lo más indispensable. La parte matemática (curvas de variación, etc.) se explica en forma sencilla y escueta.

La autora indica diversos métodos utilizables para la medición de magnitudes, así como el criterio para su elección, de modo que aparte de su valor didáctico la obra constituye una excelente guía para el investigador.

El profesor y conocido especialista en multiplicación vegetativa Pierre Chouard prologa la obra, encomiando la bibliografía, que juzga "convenientemente limitada para los estudiantes". — *Delia I. de Rothschild.*

INDICE DEL TOMO CLXXIX

Correo Argentino Central «B»	Franqueo paga[do] Concesión N° 11[…]
	Tarifa reducid[a] Concesión N° 62[…]

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: Cap. de Navío (R. S.) EMILIO L. DIAZ

TOMO CLXXX

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1965

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR : Cap. de Navío (R. S.) EMILIO L. DIAZ

JULIO-AGOSTO 1965 — ENTREGAS I-II — TOMO CLXXX



SUMARIO

SERIE II. CIENCIAS APLICADAS

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1965

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

SOCIOS HONORARIOS

Ing. Enrique Butty
Dr. Bernardo A. Houssay
Dr. Alfredo Sordelli
Dr. Selman Waksman
Dr. Florentino Ameghino †
Dr. Valentín Balbín †
Ing. Santiago E. Barabino †
Dr. Carlos Berg †
Dr. Germán Burmeister †
Ing. Vicente Castro †
Ing. Enrique Chanourdie †
Dr. Carlos Darwin †
Dr. Alberto Einstein †
Dr. Enrique Ferri †
Dr. Angel Gallardo †
Dr. Benjamín A. Gould †
Dr. Cristóbal M. Hicken †
Dr. Eduardo L. Holmberg †
Ing. Luis A. Huergo †
Ing. Eduardo Huergo †
Dr. Mario Isola †
Dr. Juan J. J. Kyle †
Dr. César Lombroso †
Ing. Guillermo Marconi †
Dr. J. Mendizábal Tamborel †
Dr. Walter Nernst †
Dr. R. A. Phillippi †
Dr. Guillermo Rawson †
Dr. Carlos Spegazzini †
Dr. Pedro Visca †
Dr. Estanislao S. Zeballos †

JUNTA DIRECTIVA

(1965-1966)

Presidente.................... Ing. José S. Gandolfo
Vicepresidente 1º.............. Cap. de Navío Emilio L. Díaz
Vicepresidente 2º.............. Dr. César A. de la Vega
Secretario.................... Ing. Agr. Eduardo Pous Peña
Prosecretario.................. Dr. Aldo R. J. Paoli
Tesorero...................... Ing. Ricardo R. Hertig
Bibliotecario.................. Dr. Ernesto Longobardi
Vocales Titulares: Ing. Guido C. Belzoni
Cap. de Navío Luis M. Iriart
Ing. Nicolás Konzewitsch
Dr. Fernando Modern
Ing. Roberto J. Ottonello
Ing. Edmundo Parodi
Agrim. Antonio M. Saralegui
Dr. Andrés O. M. Stoppani
Dr. Máximo Valentinuzzi
Vocales Suplentes: Dr. Horacio H. Camacho
Dr. José M. de la Barrera
Cap. de Fragata Luis M. de la Canal
Ing. Américo P. De Michino
Ing. Luis M. Gotelli
Dr. Martiniano Leguizamón Pondal

SECCIONES DEL INTERIOR

Comisión Directiva

San Juan

Presidente
Doctor Indalecio Carmona Ríos
Vicepresidente
Ingeniero Fernando Volponi
Secretario
Doctor Pablo A. Del Carril
Tesorero
Cont. Púb. Duilio S. Graffigna
Vocales
Ingeniero Ramón Ruiz Bates
Ingeniero Federico Rocha
Doctor Antonio Aguilar

Santa Fe

Presidente
Ing. Quím. Emilio A. Vergara
Vicepresidente
Ing. Quím. Nemesio de la Puente
Secretario
Ing. Quím. Juan A. Retamar
Tesorero
Ing. Quím. Enrique A. Virasoro
Vocal
Ing. Quím. Guillermo Berraz

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Art. 10 del Reglamento de los « ANALES » (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de Septiembre de 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los « Anales », serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director.

Impreso en Imprenta Coni - Perú 684 - Buenos Aires - República Argentina

SERIE II: CIENCIAS APLICADAS
Número 1

FLORACIONES ACUATICAS Y NIVALES OCASIONADAS POR ALGAS *

Por OSCAR KUHNEMANN [1]

RESUMEN

Se tratan diversas floraciones acuáticas y nivales producidas por algas en ambientes continentales y marinos de Argentina, en base a las observaciones del autor y a las citas bibliográficas que sobre dicho tema se conocen para nuestro país.

En cada caso se acompañan los datos físico-químicos obtenidos, las características ecológicas del biotopo, localidad geográfica y fecha de observación. Se agregan además las modificaciones biológicas de importancia observadas en las especies causantes de floraciones.

La ordenación se ha hecho de acuerdo a la sistemática botánica, agregando una breve descripción de la especie, láminas y fotos cuando se ha dispuesto de ellas.

Las especies productoras de floraciones son 26, que están repartidas en los siguientes grupos: *Cyanophyta* (5), *Chlorophyta* (11), *Euglenophyta* (3), y *Chrysophyta* (7).

Además se indica en cada caso, los inconvenientes de orden sanitario que ellas han ocasionado, teniendo como base los trabajos que se realizaron en los Laboratorios de Obras Sanitarias de la Nación.

I. INTRODUCCION

Se les denomina *floraciones* acuáticas o nivales por similitud de lo que pasa con la vegetación terrestre, notándose aquí que la dominancia es siempre por el número de individuos de la especie en cuestión. Los alemanes dicen *wasserblütte*, los ingleses y norteamericanos *waterbloom*, habiendo sido denominadas por

* Contribución Científica nº 17 del Centro de Investigación de Biología Marina.

[1] Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Bs. As.; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; Centro de Investigación de Biología Marina.

Kleerekoper (1944), en Brasil, como *floraçao*. Los investigadores de habla hispana nombran el fenómeno de distintas maneras, así Margalet (1956), al citar floraciones rojas de *Gonyaulax* en la Ría de Vigo, las llama *purga de mar* o *hematotalasia*, y también *antoplancton* rojizo. Kol (1942), al tratar la criovegetación de Alaska, también denomina a este fenómeno como *ice bloom*. En Argentina, Ringuelet et al. (1955), denominan *antoplancton*, y Guarrera (1963) *florescencias*, sin explicar el último autor el porqué del uso de ese término. Para el caso especial de las floraciones marinas, rojas o no, Balech (1964) propone el término *alocoloración*, que sería el equivalente del vocablo *discoloration* de algunos autores de habla inglesa. Nos parece que aunque el término floraciones se refiere etimológicamente a vegetales que dan flores, la similitud puede verse porque también en el momento de dar flor, se produce la notoriedad de una especie que antes podía pasar inadvertida, lo mismo que en el caso de las algas. Podríamos homologar el fenómeno a las *olas de floración* de las plantas superiores de Braun Blanquet (1950).

El mismo término de *floraciones (water-bloom)* ha sido extendido para designar el fenómeno equivalente producido por especies del reino animal (Brongersma-Sanders, 1957).

En los ambientes continentales las algas causantes de floraciones son en su mayoría Cianofíceas y Clorofíceas, mientras que en el mar dominan las Dinofíceas.

Otros grupos botánicos tienen menos importancia; pero es interesante destacar que también pueden originar este fenómeno las Rodobacterias, como lo observamos en la laguna Don Tomás, de La Pampa (ver Cianofíceas: *Arthrospira)*.

Respecto a cuáles son los factores que inciden en determinada época y sobre determinada especie para producirlas, es uno de los problemas que tendrán que resolver los investigadores cuando se puedan observar bajo control. Mientras tanto la acumulación de datos ecológicos y biológicos de todos los casos que ocurran, podrán informarnos sobre su origen, duración, periodicidad, etc.

Debemos destacar la importancia de este fenómeno en la economía de un biotopo, importancia que se hace extensiva a los organismos que utilizan sus aguas como habitat, incluyendo las poblaciones humanas cuando la usan como agua de bebida.

Sabemos que son frecuentes en las aguas continentales y ma-

rinas y que los organismos que las producen ecológicamente constituyen siempre parte de los "tipos biológicos" Plancton o Neuston. La intensidad, duración del fenómeno y amplitud de la zona que abarca, varía de acuerdo a las especies, épocas del año y condiciones ecológicas del biotopo.

Además de causar inconvenientes sanitarios en provisiones de agua, tales como taponamiento de filtros, transmisión de olores y gustos al agua de consumo, producen también en algunos casos alta toxicidad, a veces de efecto mortal, que puede afectar a los pobladores del biotopo, como peces, moluscos, etc., o a los consumidores directos, aves y mamíferos, incluyendo al hombre.

La bibliografía mundial y los datos recopilados en Argentina dan muestra de la importancia de este fenómeno.

II. ANTECEDENTES

El "Exodo" cita cómo el agua de un río se transformó en sangre, muriendo los peces del río y los egipcios no pudieron tomar el agua, etc.

Desde hace más o menos 70 años se ha mencionado la muerte de ganado, peces y aves de corral en muchas partes del globo, luego de beber agua fuertemente contaminada con floraciones de algas azules.

Las citas de floraciones son numerosas, pero la mayor parte de las investigaciones sobre sus efectos tóxicos se hicieron con el material natural, observándose un comportamiento muy variable. No está todavía explicado si las muertes fueron producidas por *el alga*, por otros *microorganismos* asociados con ella, o *por ambos* (ver capítulo sobre toxicidad).

Hughes, Gorgham y Zehnder (1958) han hecho ensayos con cultivos unialgales (no puros) de *Microcystis aeruginosa*, encontrando que son tóxicos para ratones blancos, ya sea por acción de las células enteras y vivas del alga y también por otro tipo de toxicidad (endotoxina), que sólo aparece cuando las células se desintegran.

En la bibliografía se han acumulado muchos trabajos sobre toxicidad, la mayor parte atribuibles a las algas del grupo de las *Cyanophyta*.

Las toxinas son semejantes a las del hongo *Amanita* por sus propiedades químicas y efectos patológicos.

Prescott (1962) observó una mortandad de peces en el lago Michigan, que atribuye a venenos semejantes a la hidroxilamina, producida por degradación de las proteínas.

Margalef (1956) cita floraciones no tóxicas de *Gonyaulax diacantha*, *G. polyedra* y *Mesodinium* sp., en forma de manchas rojas, en la Ría de Vigo.

Entre los antecedentes conocidos para nuestro país, podemos citar la floración de *Anabaena flos-aquae* en la laguna Bedetti de Santa



Mapa I. — Distribución mundial de las floraciones marinas (tomado de Brongersma Sanders 1957). Se observan tres casos distintos de floraciones para nuestro mar

Fe, que produjo la muerte de un millar de patos de raza pequinesa (Obras Sanitarias de la Nación, informe 1944).

Aunque sin corroboración de estrictos ensayos de laboratorio, se citó por Ringuelet y otros (1955) mortandad de peces en la laguna Monte.

En las costas de la provincia de Buenos Aires es un hecho comprobado que la almeja blanca, *Mesodesma mactroides*, ocasiona a veces toxicidad, hecho que se ha relacionado con la coincidencia de su reproducción [1], pero que bien podría estar ligado a las floraciones periódicas de una diatomea planctónica, *Asterionella japonica*, muy abundante en nuestras playas.

Homologamos este hecho con lo observado comúnmente en las costas del Pacífico y golfo de México, donde la "marea roja" oca-

[1] Coscarón (1959) no acepta tampoco esta explicación.

sionada por una *Dynophyceae*, *Gonyaulax catenella*, hace tóxicos a los bivalbos comedores de plancton (*Mytilus californianus*).

Muchos casos de gastroenteritis no explicados bacteriológicamente, pueden ser causados por floraciones acuáticas de algas.

Para el estrecho de Gerlache y Bransfield, en Antártida, Sieburth (1960) observó una floración no tóxica de *Phaeocystis*, alga Crisofícea planctónica que forma cenobios con grandes cantidades de mucílago.

En el mapa sobre distribución de las floraciones en el mar, de Hayes y Austin (1951), que hemos tomado de Brongersma-Sanders (loc. cit.), se señalan dos floraciones rojas frente a Argentina, una floración "blanca" frente a Deseado y una floración sin indicar coloración del agua, frente a Buenos Aires. De acuerdo a Brongersma-Sanders, los autores no indican la especie causante, sólo destacan que son floraciones planctónicas.

III. ORIGEN, CARACTERISTICAS Y OTROS HECHOS DE IMPORTANCIA EN LAS FLORACIONES

1. Definición

Se considera *floración* en un biotopo cuando una especie domina por su número extraordinario sobre las demás del lugar. Algunas veces aparecen subdominantes, pero en las floraciones típicas no es lo común.

Como es lógico suponer, la intensidad del fenómeno, su duración y frecuencia son variables para los diversos ambientes y de acuerdo a la biología de las especies que las producen. Por ejemplo, en las floraciones de *Chlamydomonas sanguinea*, en las lagunas de Patagonia, hemos observado sólo esa especie, mientras que en las pequeñas floraciones de *Geminella minor*, en el Balneario Norte (Buenos Aires), siempre se presentaba acompañada por muchas otras, aunque dicha especie era la dominante.

2. Modificaciones en la morfología y fisiología de la especie

La mayor parte de las veces las algas que originan una floración adquieren en ese momento características especiales, presentan cam-

bios morfológicos o incremento de alguna de sus funciones. Podemos agrupar estas modificaciones de la siguiente manera:

a) Aparición de seudovacuolas

Se observa en muchas *Cyanophyta*, aunque no es exclusivo de los momentos en que se produce la floración. Lo hemos visto en floraciones de *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae* y *Arthrospira*. Se sabe que esas seudovacuolas contienen gases no determinados, pero su presencia permite que los individuos se mantengan en la superficie, siendo imposible en ese estado su centrifugación, aun después de muerta la célula.

b) Intensificación de gotas de aceite

Su presencia en el protoplasma está ligada a la flotación, fenómeno que hemos observado en las floraciones de *Synedra ulna* y *Asterionella japonica*.

c) Hematocromo

Este pigmento, constituido por dos o más carotenoides, fue considerado por Senn (1911) y Geitler (1923) como sustancia de reserva, pero Pringsheim (1914), refiriéndose a *Haematococcus lacustris*, indica que se forma cuando hay déficit de nitrógeno en el medio, y lo mismo dice Steinecke (1932), cuando observa que las algas se ponen amarillas en los charcos temporarios.

El hematocromo es más frecuente en las formas de resistencia como *cigotas*, *acinetas*, *hidnosporas* o *estados palmella*, por ejemplo, observamos cigotas de *Cosmarium* completamente rojas cuando maduras. En los casos de floraciones de *Chlamydomonas*, en las de *Haematococcus lacustris* y en *Scotiella antarctica*, ya sea en la criovegetación o en el plancton de las lagunas rojas de Patagonia, hemos constatado que todos los individuos aparecen totalmente rojos por el desarrollo extraordinario de este pigmento.

d) Fragmentación celular

Se observa en las especies filamentosas como *Geminella minor*, *Anabaena* sp., *Spirogyra* sp. El filamento se divide en grupos de una o más células vegetativas con los polos redondeados, no

presentando otras modificaciones de importancia, pero que son de gran valor para la multiplicación vegetativa de la especie. Distinta es la fragmentación en *Botryococcus braunii*, donde el cenobio se desintegra en "agregados celulares".

e) División celular

No hay duda que este proceso es el que tiene mayor importancia en las floraciones. No conocemos que se hayan hecho investigaciones sobre el porqué, y en qué medida se incrementan estas divisiones celulares.

f) Formación de acinetas

En las especies de algas azules, cuando dan floraciones, hemos observado la formación de acinetas en cantidades mayores que lo normal. También lo hemos visto en *Haematococcus lacustris* y en *Chlamydomonas sanguinea.*

3. Factores ecológicos

Si excluimos los factores que actúan sobre las floraciones de *Cianofíceas*, que son en general uniformes para las distintas especies, encontramos que para los demás grupos dichos factores son muy particulares, de manera que no podríamos generalizar.

Por lo común no es un solo factor el que determina el desarrollo extraordinario de una especie hasta originar una floración. Sin embargo, *Sphaeroplea annulina* produce floraciones solamente después de grandes inundaciones, y *Hematococcus lacustris* lo hace después de las lluvias. *Arthrospira* se desarrolla extraordinariamente en ambientes salobres, y lo propio sucede con *Chlamydomonas sanguinea*, pero es notable que lagunas muy vecinas y similares en muchos aspectos presenten o no floraciones de esta especie.

En el mar las floraciones rojas ocurren en zonas muy fértiles, generalmente durante o después de un tiempo extraordinariamente caluroso.

Se ha observado relación con el "upwelling", o sea la afloración de aguas profundas, ricas en nutrientes. En las regiones más importantes en relación con este fenómeno (SW de Africa, NW de Africa, Chile, Perú y California) se han comprobado mortandades

catastróficas de animales, asociadas con floraciones (Brongersma-Sanders, loc. cit.).

La contaminación de las aguas del mar causada por el hombre parece también favorecerlas.

Se ha observado que las floraciones son más frecuentes en las bajas latitudes y que también en ellas es mayor la mortandad de animales marinos.

El descenso brusco de la salinidad por grandes lluvias continentales (costas de Florida), la falta de O_2, o la producción de H_2S, son hechos relacionados con este fenómeno.

4. Periodicidad

Es muy variable; las floraciones pueden producirse con regularidad varias veces al año, como en *Microcystis aeruginosa*, ser anuales, o estar condicionadas a hechos muy especiales y originarse sólo en respuesta a ellos, como en *Sphaeroplea annulina*.

La aparición estacional de una floración es bastante constante en algunas especies de *Cyanophyta*, pero irregular en la mayoría de las especies de los demás grupos.

5. Inconvenientes sanitarios y su control

Indirectamente ocasionan serios inconvenientes sanitarios cuando se consumen organismos marinos contaminados con las toxinas que algunas especies originan, siendo en estos casos necesario suspender el enlatado o consumo directo de los moluscos o peces contaminados.

Cuando las aguas superficiales son utilizadas como "agua de consumo" para las poblaciones humanas, las floraciones tienen importancia especial ya que producen trastornos de diversa naturaleza. Si bien en la bibliografía mundial aparecen citados muchos inconvenientes de este tipo, sólo enumeramos a continuación algunos de ellos, en base a la experiencia que hemos recogido en los laboratorios de Obras Sanitarias de la Nación en la Argentina.

a) Trasmisión de olor y gusto

Los aceites esenciales que contienen las algas son de gran poder; pequeñas cantidades de ellos hacen que el agua tenga olores

y gustos a veces muy desagradables y persistentes, difíciles de eliminar aún por medio de carbón activo.

Los tan clásicos "olor a marisco" u "olor a mar", son siempre motivados por las algas, ya sea directamente o por haber sido ingeridas por otros organismos marinos.

Los casos comprobados en Argentina son los siguientes:

1. "Olor a pescado", producido por *Volvox aureus* en Villa Dolores, Córdoba.
2. "Olor a tierra", por *Synedra ulna*, en la ciudad de San Luis.
3. "Olor graso", por varias especies de *Cyanophyta* en Santa Rosa, La Pampa.

b) Taponamiento de filtros

Las cantidades extraordinarias de individuos que se producen en una floración pueden ocasionar el taponamiento de los filtros de arena, lo que significa un grave inconveniente, ya que generalmente se originan en verano, cuando el consumo de agua es mayor.

1. San Luis (ciudad): por *Synedra ulna*, proveniente del agua del embalse Cruz de Piedra.
2. Buenos Aires, río de la Plata: por *Melosira* sp.
3. Salta: por *Melosira* sp.

Al margen de las floraciones de algas que tratamos aquí, también produjeron graves trastornos en el establecimiento Palermo, de Obras Sanitarias de la Nación (Buenos Aires), floraciones de crustáceos (Copépodos) durante varios veranos, tapando los filtros rápidos, con los inconvenientes que son de imaginar.

c) Toxicidad

De la revisión bibliográfica de los trabajos que citan toxicidad causada por floraciones, se desprende que en la mayor parte el efecto letal, en especial sobre peces, se debió a condiciones secundarias de la floración, como deficiencia de O_2 en el biotopo y descomposición bacteriana de las algas muertas.

Sin embargo, la realización de cultivos puros y estrictos ensayos de laboratorio dan la evidencia de la producción de toxinas,

no sólo intracelulares, sino también excretadas por la célula viva, aunque a veces resulte difícil establecer estas diferencias.

Mientras en los ambientes continentales los organismos causantes de mortandades catastróficas son las Cianofíceas, en el mar se deben casi siempre a las Dinofíceas.

Shilo et Ascher (1953) y Mc Laughlin (1958) comprobaron que la *Chrysophyta* marina, *Prymnesium parvum*, es responsable, en ocasiones, de la muerte de peces, al producir una sustancia extracelular tóxica, no dializable, ácido lábil y termolábil.

Ballantine et Abbott (1957) citan floraciones de *Gonyaulax* y *Glenodinium*, ambos géneros de algas flageladas marinas, que ocasionaron la muerte de moluscos, peces y mamíferos, actuando específicamente sobre el sistema nervioso, cuya toxina aislaron.

Gorham (1960) considera que existen 4 factores tóxicos en floraciones producidas por *Microcystis* y *Anabaena*, sobre la base de la velocidad de actuación y síntomas que producen en ratones blancos. Un factor es de muerte rápida y de origen algal, los otros tres producen muertes lentas y son de origen bacteriano.

El primero es conocido desde hace tiempo sólo en ciertos cultivos y floraciones de *Microcystis;* su naturaleza química no ha sido bien dilucidada. Se encuentra en los filtrados de cultivos jóvenes, pero en mayor proporción es liberado por la destrucción o descomposición de las células algales.

Burke et al. (1960) comprobaron que la toxina hallada en *Mytillus californianus* tiene su origen en la ingestión del alga planctónica *Gonyaulax catenella*. Observaron que las floraciones en el mar eran muy intensas, contando de 20 a 40 millones de organismos por litro y que eran especialmente tóxicas en verano. Esta toxina, que puede ser fatal para el hombre, es almacenada y concentrada por *Mytillus* sin que tenga efecto sobre el mismo, ni sobre los peces que viven en el mismo medio. El veneno puede compararse, dentro de las toxinas naturales, sólo a las botulínicas. Las experiencias se hicieron con cultivos puros; es decir, que se eliminó la posibilidad de interferencia de las bacterias asociadas.

En Argentina no se han hecho hasta el presente investigaciones prolijas sobre toxicidad, a pesar de haberse comprobado este efecto en varias ocasiones sobre peces y aves.

d) Control

Cuando el agua es usada como bebida pueden controlarse por alguicidas o por eliminación previa.

Alguicidas. Los más usados por su poca toxicidad para el hombre y por su fácil eliminación son el SO_4Cu y los clorógenos. Siempre dejan como inconveniente la presencia de gran cantidad de organismos muertos, que pueden luego entrar en putrefacción, originando la disminución del oxígeno por debajo del mínimo que necesitan los peces (2 a 3 ppm).

Eliminación previa. Por decantación una vez muertas las algas, por doble filtración y por coagulación. A veces es necesario emplear procesos complejos que varían de acuerdo a las características del cuerpo de agua y sistema de captación usado [1].

IV. FLORACIONES OBSERVADAS EN AMBIENTES ACUATICOS DE ARGENTINA

Se han reunido en este capítulo las floraciones de algas citadas para aguas argentinas y aquellas observadas por el autor. De las especies que las originaron se da una breve descripción y dibujos, indicando el cuerpo de agua donde se produjo y las características ecológicas que en cada caso se pudieron obtener.

La ordenación se ha hecho de acuerdo a la sistemática botánica de las especies.

En las citas de floraciones para nuestro país, cuando no se indica la cita bibliográfica, corresponden a observaciones del autor.

CYANOPHYTA (Algas azules o azul-verdosas)

En esta división es donde se conoce mayor número de especies causantes de floraciones que originan inconvenientes sanitarios. Muchas de ellas lo hacen periódicamente, a veces durante lapsos muy prolongados, causan toxicidad y trasmiten olor y gusto a las aguas para consumo.

[1] Mayores datos sobre este tópico pueden obtenerse en las publicaciones de los laboratorios de O.S.N.

Familia CHROOCOCCACEAE

Microcystis aeruginosa Kütz emend. Elekin, 1924

(Lám. I, fig. 4)

Descripción:

Cenobios planctónicos, ovoideos, esféricos o lobulados, irregulares, compactos o fenestrados; células numerosas, esféricas, de 3-4-5 μ de diámetro, embebidas en un mucílago común, hialino y

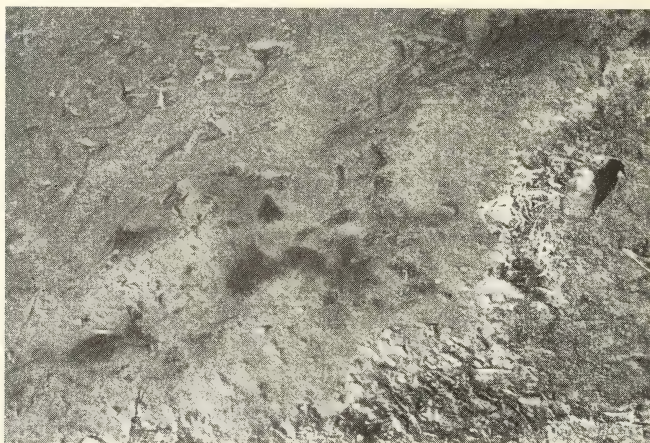


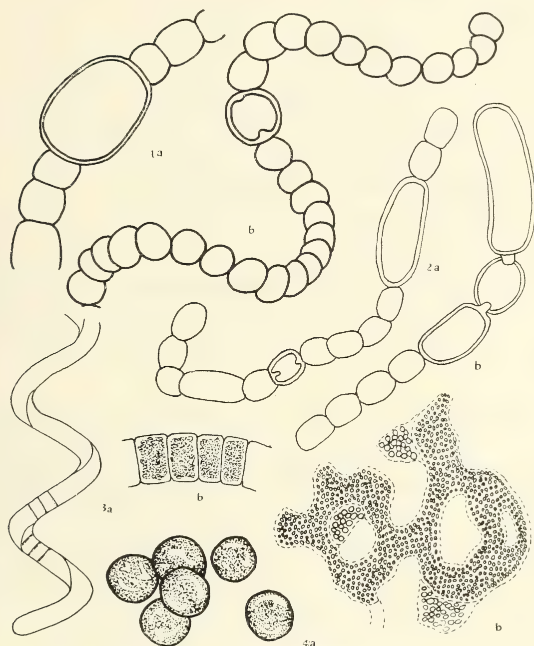
Foto 1. — *Microcystis aeruginosa*. Floración que se extendía en gran parte de la laguna Adela, en mayo de 1960. Los organismos están en mayor cantidad en la superficie y en la orilla empujados por el viento. El color es verde amarillento opaco.

homogéneo, de forma definida. Cromatoforo azul verdoso, granular y generalmente con seudovacuolas.

Esta especie produce floraciones muy frecuentes en cuerpos de agua lénticos eutróficos, como las lagunas chatas de la provincia de Buenos Aires, ambientes en los que abunda materia orgánica de origen vegetal.

Nº 1) Laguna Monte, observación de Ringuelet y otros (1955) [1]

[1] Los autores indicados citan esta especie con el nombre de *Polycystis flos-aquae*, considerado sinónimo de *M. aeruginosa* por otros autores, entre los que nos incluímos.



Lám. I. — 1, *Anabaena spiroides* Klebahn : *a*, acineta (× 900) ; *b*, filamento con heterocisto (× 600) ; 2, *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) De Brébisson : *a*, acinetas jóvenes y heterocisto (× 750) ; *b*, acineta madura (× 750) ; 3, *Arthrospira platensis* (Nordstedt) Gomont : 4, *Microcystis aeruginosa* Kütz emend Elekin : *a*, células aisladas (× 1.500) ; *b*, aspecto del cenobio fenestrado (× 170).

y Guarrera (1962). La amplitud de la floración fue de noviembre a diciembre en el primer caso y de febrero a marzo en el segundo. La especie dominó siempre, pero en muchos casos se le hallaba muy mezclada con otras algas azules, como *Anabaena inaequalis*, *A. circinalis*, etc.

Se citó mortandad de peces.

Nº 2) Laguna Chascomús, en las ocasiones que se detallan a continuación: julio 1960, junio 1961, mayo 1962. No se observó en ningún caso mortandad de peces.

Nº 3) Laguna Adela, en mayo de 1960.
No se observó mortandad de peces.

Familia **OSCILLATORIACEAE**

Arthrospira Stizenberger, 1852

Varias especies de este género son frecuentes en floraciones azules, y por lo que hemos observado hasta ahora, siempre se desarrollan en cuerpos de agua lénticos, con alto contenido de sales.

Arthrospira argentina (Freng.) Guarrera-Kühnemann, 1949

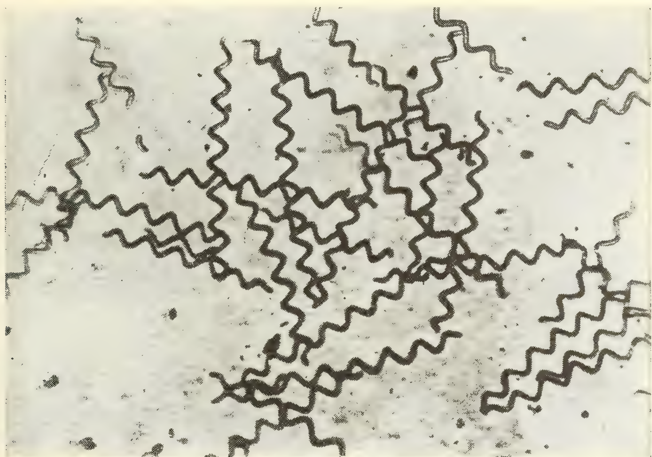
Descripción:

Tricomas solitarios, planctónicos, de color verde-azul pálido, de 9-10,5 micrones de ancho, regularmente helicoidales (distancia entre las espiras, 33-49 micrones), ápice levemente atenuado.

Células de 3-4 micrones de alto, con tabiques celulares bien visibles y granulaciones protoplasmáticas.

Nº 1) En la laguna "La Brea", de la provincia de Jujuy, Frenguelli (1937) citó la presencia de una especie de *Arthrospira*, que describió como nueva especie y la denominó *Spirulina (Arthrospira) argentina* Freng., actualmente considerada en el género *Arthrospira* (Guarrera-Kühnemann, 1949).

En cuanto al ambiente eecológico de este biotopo, poseemos como único dato la siguiente observación del autor: "En su proximidad, manan también numerosas surgentes termales, a veces sulfurosas"; además indica que la laguna recibe agua de lluvia, y las aguas que surgen de las perforaciones para obtener petróleo.



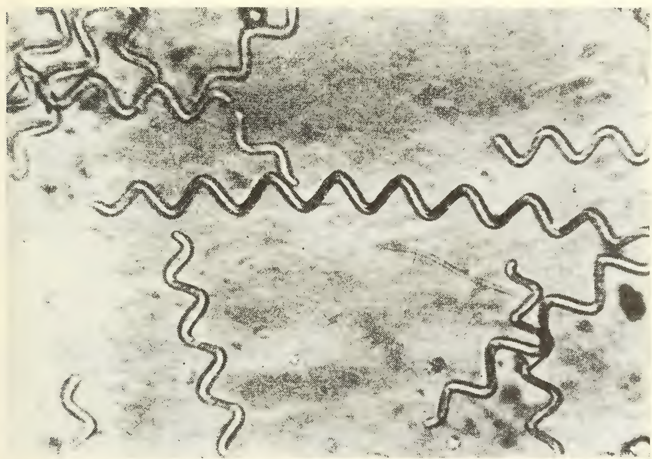


Foto 2. — *Arthrospira argentina* (Freng.) Guarrera-Kühnemann × 70 y × 215 (según Frenguelli, l. c.)

Refiriéndose al aspecto, observa que "las aguas presentaban un color *gris verdoso* con reflejos azulados..., constituido casi exclusivamente por una extraordinaria cantidad de una interesante *Spirulina*, acompañada únicamente por muy escasos individuos de los pocos microorganismos siguientes...". Aquí cita 2 Cianofíceas y 4 Diatomeas.

No hay duda que se trataba de una floración, aunque el autor no lo mencione directamente.

El único dato fenológico que cita, es haber efectuado una "pesca de plancton la tarde del 9 de julio *de este año*", que interpretamos corresponderá al año que figura como de entrega para la publicación o sea 1937.

Arthrospira platensis (Nordstedt) Gomont, 1892 [1]

(Lám. I, fig. 3)

Descripción:

Tricomas más o menos regularmente helicoidales, de 5,5-7 micrones de diámetro, nada o ligeramente constrictos a nivel de los tabiques transversales, apenas afinados en los extremos. Helicoides de 28-40 micrones de diámetro, siendo de 45-51 micrones la separación entre las mismas. Células vegetativas subcúbicas, hasta más cortas que anchas (2,5-5 micrones de longitud). Célula apical redondeada. Protoplasma celular granuloso. Especie cosmopolita.

Nº 1) En 1961 fue observada una floración de esta especie en la laguna Don Tomás, cerca de Santa Rosa (La Pampa), antes llamada El Salitral. La salinidad era de 40 g por mil (cloruros y sulfatos). Además había enormes cantidades de materia orgánica, por el agregado directo del líquido cloacal de la ciudad, por deficiencias en el establecimiento de purificación.

La duración de esta floración fue de 2 meses, desde noviembre de 1961 hasta enero de 1962. Se observó la presencia de seudovacuolas en las células.

Acompañando a esta especie se encontraba una *Rodobacteria* que dominaba en los lugares de mayor contaminación, dando una coloración rosada intensa al sustrato de barros pútridos.

[1] Determinó Delia R. Halperín.

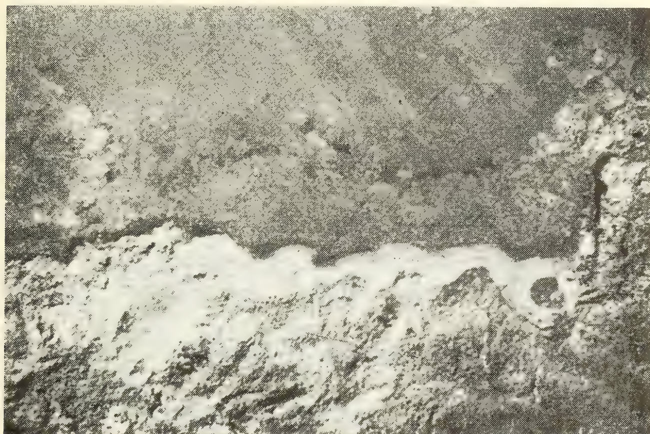


Foto 3. — *Arthrospira* sp. Laguna Don Tomás (La Pampa). En la parte superior de la fotografía se observa una densa comunidad de color verde azulado. El límite festoneado era de color rosado y correspondía a *Rodobacterias*.



Foto 4. — *Floración de Arthrospira*. Aspecto de la laguna Don Tomás de Santa Rosa (La Pampa), donde fue observada esta floración

Nº 2) La misma especie es la que produjo en el verano de 1950 una floración en "La Salada", laguna artificial usada como balneario en las cercanías del río de la Matanza, en los alrededores de Buenos Aires.

La salinidad era allí de 23 gramos por mil de cloruros y 5 de sulfatos [1].

También se observaron seudovacuolas en las células.

Familia **NOSTOCACEAE**

Anabaena flos-aquae (Lyngb) De Brébisson, 1836

(Lám. I, fig. 2)

Descripción:

Tricomas planctónicos, flexuosos o helicoidales, de largo variable, solitarios o en masas, con una envoltura mucilaginosa muy tenue. Células esféricas hasta subcilíndricas ,de 5-8 micrones de diámetro y 6-12 micrones de largo. Protoplasma granular, con seudovacuolas notables. Heterocistos globosos. Acinetas cilíndricas, solitarias o en series, agrupadas en el centro del tricoma, generalmente cerca de los heterocistos, de 8-13 micrones de diámetro por 20-30 hasta 50 micrones de largo.

Nº 1) Una floración de importancia por los daños causados fue la que produjo *Anabaena flos-aquae* en la laguna Bedetti, de la provincia de Santa Fe, en agosto de 1944. La muerte de más de 1.000 patos de raza, dio motivo a una serie de acciones judiciales y a la intervención de la Oficina Química Provincial, que aisló una toxina del grupo de las volutinas. En los laboratorios de Obras Sanitarias de la Nación se determinó la especie causante de esta floración. Como hecho morfológico digno de notar, señalamos la extraordinaria cantidad de acinetas que se observaban sueltas y en los filamentos.

Anabaena spiroides Klebahn, 1895

(Lám. I, fig. 1)

Descripción:

Tricomas planctónicos, helicoidales, solitarios, incluidos en una vaina mucilaginosa delgada. Células esféricas o comprimidas, esfe-

[1] Datos del Laboratorio de Obras Sanitarias de la Nación.

roidales, de 6,5 a 8 micrones de diámetro. Heterocistos esféricos, poco más pequeños que las células vegetativas. Acinetas esféricas de 14 micrones de diámetro, situadas junto a los heterocistos.

Nº 1) En la laguna Monte (Guarrera, 1962) fue observada una floración de esta especie, en enero de 1949, teniendo como acompañantes a otras especies del mismo género.

CHLOROPHYTA (Algas verdes)

Las algas verdes originan floraciones en gran diversidad de ambientes: lagunas, charcos, riachos, nieve; casi siempre en primavera, a veces en verano y otoño, más raro en invierno. En algunos casos como *Sphaeroplea annulina*, respondiendo a factores muy circunstanciales. No se conocen casos de toxicidad causada por ellas.

Familia **CHLAMYDOMONADACEAE**

Stephanoptera gracilis (Artari) G. M. Smith, 1933

(Lám. II, fig. 3)

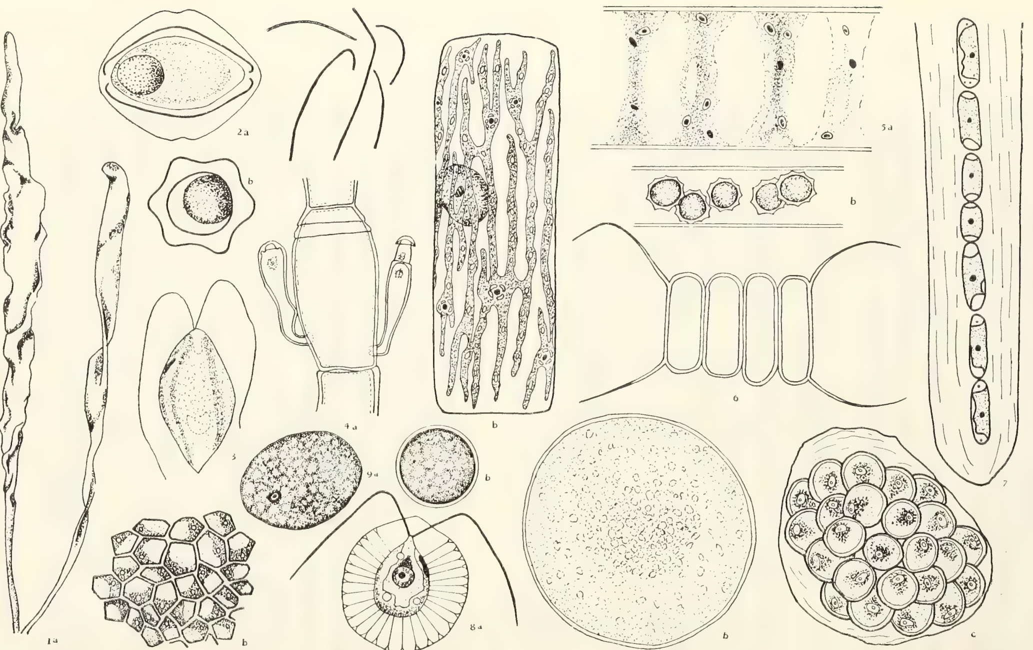
Descripción:

Células solitarias, con seis costillas longitudinales, derechas o curvadas. Cromatoforo con 6 proyecciones en la parte superior y pirenoide bien notable. Células de 10-14 micrones de ancho por 14-20 micrones de largo. Dos flagelos de 1,5 veces el largo de la célula. Mancha ocular en la mitad superior. Multiplicación vegetativa por división longitudinal. Reproducción desconocida.

Nº 1) Hemos observado en febrero de 1963 una floración de esta alga unicelular flagelada, localizada en piletas de marea, del Piso Supralitoral, en la ría de Puerto Deseado, cerca de Punta Foca. El agua de las piletas era de color verde intenso y el alga ocupaba todo el volumen, aunque en la superficie el número de individuos era mayor. No se observó otra especie de algas que la acompañara.

Como dato ecológico de interés podemos anotar que estas piletas tienen siempre gran cantidad de guano y otros restos orgánicos de las aves que allí se reunen.

Nº 2) En febrero de 1964 se repitió la misma floración, pero teniendo como acompañantes a *Chlamydomonas* y *Pandorina morum*.



Lám. II. — 1, *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link : *a*, aspecto general (× 1/2) ; *b*, detalle de las células y cromatoforo (× 490). 2, *Scotiella antarctica* Fritsch : *a*, vista lateral con el hematocromo ocupando una parte del cromatoforo (× 700) ; *b*, corte óptico mostrando las costillas y el hematocromo (× 700) : *c*, costillas en la parte apical. 3, *Stephanoptera gracilis* (Artari) G. M. Smith : Célula móvil (× 1.300). 4, *Oedogonium* sp. : *a*, oogonio con discos de crecimiento y dos nanandros (× 500) ; *b*, cromatoforo, núcleo y pirenoides con escamas de almidón (× 500). 5, *Sphaeroplea annulina* (Roth) Agardh : *a*, célula vegetativa con cromatoforo y pirenoides (× 1475) ; *b*, cigotas con margen hialino (× 650). 6, *Scenedesmus cuadricauda* (Turp) De Brébisson (× 1.600). 7, *Geminella minor* (Näg) Heering : células en hilera y vaina levemente estratificada (× 1.000). 8, *Haematococcus lacustris* (Girod) Rostafinski : *a*, célula vegetativa (× 800) ; *b*, acineta con hematocromo (× 800) ; *c*, estado « palmella » ; 9, *Chlamydomonas sanguinea* Lagerh.

Chlamydomonas sanguinea Lagerh.
(Lám. II, fig. 9)

Descripción:

Células grandes, esféricas u ovoideas, de 40-50 micrones de largo o de 20-40 micrones de diámetro, a menudo con una gruesa envoltura mucilaginosa hialina. Cromatoforo totalmente enmascarado por un hematocromo de color rojo sangre.

Estados vegetativos móviles, con dos flagelos iguales.

Acinetas esféricas con hematocromo homogéneo.

Hemos observado floraciones de esta especie en primavera, verano y alguna vez en invierno, en los salares de Patagonia cercanos a Puerto Deseado, y también floraciones nivales en Antártida.

Nº 1) En la laguna "Rosa", en la margen N del camino de Deseado a Tellier, cerca de esta última ciudad, constatamos desde setiembre hasta octubre de 1962 una floración de importancia, compuesta sólo por la especie mencionada, cuyo aspecto lo indica claramente la fotografía adjunta. Los organismos coloreaban la sal y el agua de rojo. La concentración de sales en el agua era de 336 gramos por mil (10 veces más que el agua de mar).

Las células presentaban un desarrollo notable del hematocromo, que enmascaraba por completo el pigmento verde, ocupando todo el protoplasma. Dominaban estados vegetativos móviles.

En este biotopo no se observó ningún otro organismo ni animal ni vegetal. Toda la laguna, cuyo tamaño era de alrededor de 5.000 metros cuadrados, presentaba el mismo aspecto.

Nº 2) En julio-agosto de 1963, en una observación aérea se localizaron varias lagunas rojas, sin poder estudiar su material biológico, pero con el mismo aspecto de la anterior.

Nº 3) En febrero de 1964 observamos una laguna roja del mismo tipo en el camino de Puerto Deseado a Cabo Blanco, también con *Chlamydomonas sanguinea*. Como dato de interés hacemos notar la gran cantidad de materia orgánica que se hallaba en las márgenes, por debajo de la capa de sal, con intenso olor a sulfídrico. Sin duda, guano de las aves que la visitaban (flamencos, avutardas, patos, etc.).

Nº 4) Floraciones nivales de esta especie hemos observado en febrero de 1954 en Bahía Esperanza, y en enero del mismo año en el islote Augustus, acompañada de *Scotiella antarctica*.





Fotos 5-6. — *Chlamydomonas sanguinea.* Aspecto de la laguna Rosa, cerca de Tellier Santa Cruz) en octubre de 1963 y un detalle de la orilla con poca agua y depósito de sales coloreadas de rojo intenso por la presencia de la especie mencionada.

Scotiella antarctica Fritsch, 1912

(Lám. II, fig. 2)

Descripción:

Células solitarias ovoideas, de 30 a 40 micrones de diámetro por 40 a 50 micrones de largo, generalmente con 6 costillas helicoidales formadas por la vaina mucilaginosa hialina. Cromatoforo granular, a veces retraído y enmascarado por el hematocromo, de color amarillo, naranja, hasta rojizo. No se conocen células vegetativas móviles y su reproducción también es desconocida.

En las comunidades que constituyen la *Criovegetación* (Kühnemann, en prensa) es común observar floraciones de esta especie. Como en el caso de *Chlamydomonas*, se destacan por el color rojo intenso, originado por individuos en los cuales predomina el hematocromo.

Nº 1)	Antártida.	Melchior: islas Thau. Fecha: XII/1953.
Nº 2)	„	Islas Orcadas: B. Scotia. Fecha: II/1954.
Nº 3)	„	Estrecho de Gerlache: I. Augustus. Fecha: I/1954.
Nº 4)	„	Islas Wawermanns. Fecha: I/1950.

Familia **SPHAERELLACEAE**

Haematococcus lacustris (Girod) Rostafinski, 1875

(Lám. II, fig. 8)

Descripción:

Células planctónicas, elipsoides u ovoides, de 10 a 15 micrones de diámetro, con 2 flagelos divergentes de una papila anterior. Protoplasma separado de la membrana por una envoltura de mucílago y unido por bandas radiadas. Cromatoforo en forma de copa, a veces aparentemente axial y generalmente enmascarado por hematocromo. Frecuentemente con acinetas esféricas y totalmente rojas.

Esta especie cosmopolita suele producir floraciones en charcos y piletas artificiales, generalmente luego de haber llovido y casi siempre en primavera, verano y aun en otoño. Tuvimos ocasión de observar varias de ellas, donde el agua se coloreaba de rojo ladrillo y luego se formaba un sedimento con aspecto de limonita. Se observaron organismos en estado vegetativo, con hematocromo más o

menos desarrollado, pero las acinetas, de gran tamaño, son siempre las que dan el color al agua por ser más numerosas y por su hematocromo que ocupa toda la célula.

Familia **SPHAEROPLEACEAE**

Sphaeroplea annulina (Roth) Agardh, 1824

(Lám. II, fig. 5)

Descripción:

Filamentos planctónicos, de células largas multinucleadas, de 27-72 micrones de diámetro y 20 veces el largo del ancho. Cromatoforo formado por cuerpos ovoides, agrupándose hasta formar 30 bandas parietales o zonas oscuras en cada célula.

Reproducción oogámica, monoicas o dioicas.

Anterozoides fusiformes. Cigotas esféricas, con esculturas en la exina.

Varios autores, entre ellos Smith (1955), citan la curiosa forma de aparición de esta especie, que siempre se encuentra durante las grandes inundaciones, luego de intensas lluvias. Durante las que se produjeron en setiembre y octubre de 1958, tuvimos ocasión de visitar los bañados y lagunas cercanas a General Madariaga (provincia de Buenos Aires), donde notamos la presencia de esta especie filamentosa en cantidades extraordinarias y en una extensión de cientos de hectáreas.

El aspecto, a simple vista, era el de masas flotantes de color verde oscuro con manchas amarillas, parecidas a las que forman *Spirogyra*, *Mougeotia* o *Oedogonium*. Llevadas al laboratorio, se notó la formación inmediata de órganos sexuales, oogonios y anteridios y a los pocos días observamos las cigotas.

Ni antes ni después de ese año hemos vuelto a encontrar dicha especie. Tampoco se han producido inundaciones de aquella magnitud. La especie había sido citada por Borge para Jujuy (Guarrera-Kühnemann 1949).



Foto 7*a*. — *Spirogyra* sp. Floración observada en biotopos temporarios, zanjones que corren paralelos a los caminos en las cercanías de Chascomús (Bs. As.). *Spirogyra* presenta grandes y numerosas burbujas; la mancha central es de color rojo borravino y pertenece a *Azolla filiculoides*.



Foto 7*b*. — *Spirogyra*. Se observa una floración pura en un charco temporario de Ushuaia, Tierra del Fuego, en febrero de 1963. Hacemos notar que las masas de filamentos ocupaban no sólo la superficie, sino que penetraban hasta 50 cm de profundidad.

Familia **VOLVOCACEAE**

Volvox aureus Ehrenberg, 1838

Descripción:

Colonias planctónicas, esféricas, con 1300 a 3200 células elipsoidales de 4-6 micrones de diámetro, con interconexiones protoplasmáticas finas y sin envolturas individuales. Bandas de mucílago radiadas. Cromatoforo parietal, laminar; dos vacuolas contráctiles en la parte anterior debajo de los flajelos y mancha ocular. Colonias maduras con 2 o más colonias hijas.

Diocas, generalmente con 9 cigotas en las colonias femeninas de 38-62 micrones de diámetro, con membrana mucilaginosa pequeña y uniforme. La mitad de las células en las colonias masculinas forman anteridios de 15 a 18 micrones de diámetro, con 32 anterozoides.

Esta Clorofícea colonial se encuentra en diversidad de biotopos de aguas permanentes o no, pero no conocemos que se hayan citado floraciones.

En febrero de 1944 fue observada una extraordinaria cantidad de individuos en el embalse del Dique La Viña, Kühnemann (1944), reservorio de 55 millones de metros cúbicos, que retiene las aguas del río Los Sauces y que en ese entonces acababa de llenarse. Ni en los afluentes, ni en el río después del embalse, hallamos la especie causante de la floración.

La concentración era mucho mayor en la superficie, disminuyendo paulatinamente con la profundidad y desapareciendo completamente después de los 5 metros aproximadamente.

Los colonias adultas presentaban gran cantidad de colonias hijas y también oogonios, anteridios y cigotas maduras.

Como compañeros de la comunidad hallamos *Eudorina elegans* y *Pandorina morum*, ambas en pequeña cantidad.

Además se observó como constituyente del Pleuston una especie de *Lemma*, que el viento empujaba hacia el muro de contención donde cubría toda la superficie del agua.

Como datos ecológicos consignamos los siguientes:

El agua tenía una salinidad baja, 0,13 g por litro; pH de alre-

dedor de 8 y su color "caramelo" indicaba abundante materia orgánica en disolución.

La temperatura del agua en superficie era de más o menos 25°C

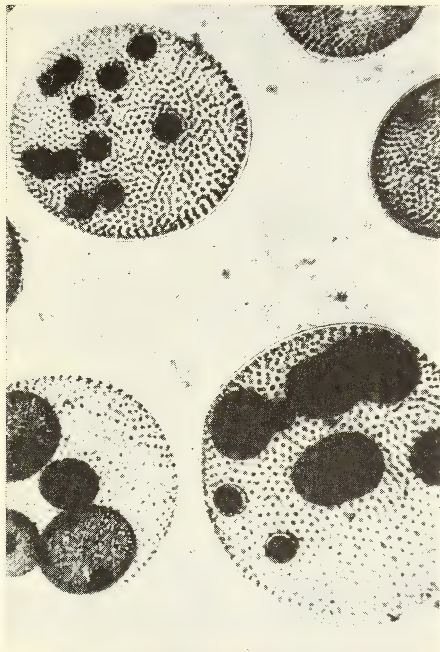


Foto 8. — *Volvox aureus*. Floración observada en el Embalse del dique La Viña, Córdoba. Se nota la presencia de muchas colonias hijas y cigotas. Estas últimas presentan un halo hialino.

en enero-febrero, época en que se observó la floración y los valores mínimos de 11°C en julio-agosto.

Esta especie trasmitía al agua fuerte olor y gusto a pescado, el que se intensificaba notablemente al morir los organismos o al agregarse clorógenos siendo imposible su uso para bebida.

Familia **ULOTRICHACEAE**

Geminella minor (Näg) Heering, 1914

(Lám. II, fig. 7)

Descripción:

Filamentos planctónicos, no ramificados, uniseriados, formados por células cilíndricas cortas, de polos redondeados, agrupadas sin interrupción dentro de una vaina mucilaginosa homogénea. Células de 4 a 8 micrones de diámetro; filamento de 8-18 micrones, incluída la vaina.

Cromatoforo verde, laminar, por lo común con un pirenoide.

Esta especie no es común en nuestros cuerpos de agua. Se observó una corta floración en el "Balneario Norte" de Buenos Aires, que pudimos seguir cuantitativamente, puesto que hacíamos recuentos tres veces por semana. Dicho Balneario es un reservorio con muros de tierra, donde se embalsa el agua del Río de la Plata para recreo de la población. Como ya dijimos en otro lugar al publicar la biocenosis de este biotopo artificial, el embalsado de las aguas al suprimir la corriente, modifica otros factores, tales como temperatura, penetración de luz, etc., lo que permite un intenso desarrollo de determinadas especies.

La floración comenzó los primeros días de febrero con 80 individuos por litro, pero en 4 días llegó a 4.500, para alcanzar a los 30 días 6.600, que fue el número máximo observado; luego de los 10 días más, sólo se hallaban muy escasos ejemplares.

Las especies que la acompañaban eran muchas y la dominancia fue durante un pequeño lapso.

Las condiciones químicas en el momento de mayor desarrollo eran: pH 7,5, alcalinidad 44, amoníaco 0,14, cloruros 12. El color era de 22 y la turbiedad de 130 ppm.

En el mismo biotopo fue observada dominancia durante cortos períodos de las siguientes especies:

Anabaenopsis sp.
Oscillatoria sp.
Planctonema lauterbornii
Synedra ulna
Bumilleria sp.

Familia CHLOROCOCCACEAE

Scenedesmus quadricauda (Turp.) De Brébisson, 1835

(Lám. II, fig. 6)

Descripción:

Cenobios planctónicos, formados por 2-4 a 8 células oblongo-cilíndricas, generalmente en una serie, a veces en dos series alternadas. Las células terminales con sedas en cada polo, largas y curvadas, las células internas sin sedas o sólo con papilas. Diámetro de cada célula 3-18 micrones y 9-35 micrones de largo. Crematoforo laminar, parietal, cubriendo la mayor parte de la célula, con un gran pirenoide central.

Multiplicación por autocolonias.

Ha sido citada, una floración de esta especie para la laguna Monte (Guarrera l.c.) durante los meses de octubre a diciembre.

Familia OEDOGONIACEAE

Oedogonium Link, 1820

(Lám. II, fig. 4)

Descripción:

Filamentos no ramificados, adheridos o libres, (cuando maduros). Células cilíndricas con anillos de crecimiento. Cromatoforo reticular, parietal con varios pirenoides. Plantas dioicas o monoicas. Oogonios de forma ovoidea, aislados o en cadenas. Anteridios que fecundan directamente o forman filamentos masculinos secundarios (nanandros). Cigotas conspícuas con exinas notables.

Este género lo mismo que *Spirogyra* y *Mougeotia* del orden *Zygnemales* origina floraciones locales en canales o brazos cortados de ríos y arroyos. Es común en la Provincia de Buenos Aires y provincias centrales, produciéndose casi siempre en primavera y verano.

Los individuos son primero epifitos y luego se hacen planctónicos (ticoplancton), formando grandes masas algodonosas de color verde amarillento, que flotan por formación de burbujas.



Foto 9. — *Oedogonium* sp. Floración en la laguna Adela (Bs. As.), con aspecto de masas algodonosas que ocupan todo el cuerpo de agua. Presentaba grandes burbujas formadas por desprendimiento de oxígeno, las que daban un aspecto de copos sobre la superficie del agua.

Familia **ULVACEAE**

Enteromorpha aff. **intestinales** (L.) Link, 1820

(Lám. II, fig. 1)

Descripción:

Plantas sesiles o flotantes, solitarias o gregarias, talo cilíndrico monostromático, comprimido o crispado, generalmente de no más de 20 cm de largo, de color verde amarillento. Simple o con pocas ramificaciones. Células angulares dispuestas sin orden seriado, de 10-15 micrones de diámetro. Envoltura epidérmica mucilaginosa gruesa.

La mayoría de las especies del género son marinas, pero algunas también viven en ambientes continentales salobres o no.

Nº 1) En la laguna El Burro, de la Provincia de Buenos Aires, observamos en octubre de 1962 una intensa floración que duró más de un mes, desarrollándose esta especie en grandes cantidades y teniendo como compañeros de la comunidad solo algas unicelulares.



Foto 10. — *Enteromorpha* aff. *intestinalis*. Aspecto de una floración en la laguna El Burro (Bs. As.), que aparece entre el juncal o *Hemersiherbosa*



Foto 11. — Un detalle de floración anterior

La floración estaba localizada en la zona anterior del anillo de *Emersiherbosa* que forma el "junco" *Scirpus californianus.*

Enteromorpha sp.

Nº 1) En Paso Marsicano, localidad situada en el extremo de la ría de Puerto Deseado en Santa Cruz, fue observada en febrero



Foto 12. — *Enteromorpha* sp. Aspecto de una floración producida en febrero de 1963. El biotopo es un *Limnokrenos* de la localidad de Paso Marsicano, Santa Cruz, donde se observa una gruesa capa de pleuston, formado exclusivamente por *Enteromorpha.* Como vegetación sumergida aparecía como dominante una especie de *Potamogeton.*

de 1962 una floración de *Enteromorpha* sp. en un biotopo permanente del tipo *Limnokrenos*, cuya salinidad era de más o menos 15 g por mil. El agua surgía fría (6°C), pero se calentaba rápidamente por insolación.

La superficie total de este cuerpo de agua era de unos 4 metros cuadrados y su profundidad máxima de 70 cm en el centro, disminuyendo hacia las márgenes. Todo el biotopo estaba ocupado por la especie aludida, con muy pocas algas unicelulares como acom-

pañantes de la comunidad, pero con gran cantidad de *Isópodos* y *Copepódos* de la especie *Pseudoboekella brevicaudata* [1].

Enteromorpha sp.

Nº 1) Floración en la ría del Deseado en primavera.

En las islas del interior de la ría del Río Deseado, especialmente en aquellas donde se deposita limo, se observa comunidades puras de una *Enteromorpha* que ocupa todo el substrato del Piso Mesolitoral.



Foto 13. — *Enteromorpha* sp. Floración observada en la Isla Quiroga, Puerto Deseado (Santa Cruz), en setiembre de 1962. Se observa que la especie cubre todo el substrato en el Piso Mesolitoral.

Como se observa en la fotografía nº 13, el manto de algas no deja espacios vacíos, presentando el aspecto de una pradera verde intenso.

Estas floraciones las observamos en agosto, setiembre y octubre de cada año, pero al instalarse los pingüinos *(Spheniscus magellanicus)* desaparecen en su mayor parte por el pisoteo y también por servirles de alimento.

[1] Determinó Rosa E. Pallares.

EUGLENOPHYTA

De estas algas, la mayoría unicelulares, se conocen pocas floraciones, estando siempre localizadas en pequeños ambientes como charcos temporarios y tanques artificiales.

Familia **EUGLENACEAE**

Euglena Ehrenberg, 1838

(Lám. III, fig. 1)

Descripción:

Células generalmente planctónicas a veces ticoplanctónicas, fusiformes o cilíndricas, en ocasiones aplastadas; parte caudal a veces prolongada en una cola, la anterior redondeada y con dos labios; periplasto firme o blando, en este caso las células cambian de forma. Flagelo de largo variable emergiendo de la faringe y reservorio.

Cloroplastidos discoides numerosos o escasos en forma de bandas, frecuentemente con pirenoides. En ocasiones enmascarados por desarrollo de un hematocromo.

Producto de reserva, paramilon en forma de granos.

En ambientes continentales, hemos observado especies de este género en charcos temporarios de diversas localidades de Buenos Aires, formando un Epineuston de color verde dorado, y en los ambientes marinos sobre limo al quedar al descubierto durante la bajamar (ría de Puerto Deseado: Embarcadero Estación, febrero de 1963-64-65).

Phacus pyrum (Ehrenb.) Stein, 1878

(Lám. III, fig. 2)

Descripción:

Células solitarias, de 15 a 21 micrones de diámetro y 27 a 30 micrones de largo, piriformes, con envoltura rígida, parte anterior redondeada, la posterior aguzada gradualmente.

Periplasto con ribetes helicoidales.

Flagelo anterior. Cloroplástidos discoides, paramilon en uno o dos gránulos anillados, generalmente con mancha ocular.

Este alga flagelada es común en aguas con materia orgánica, pero casi siempre se encuentra en pequeñas cantidades. Por ello nos extrañó hallar una floración en las "lagunas de derrame" del establecimiento de depuración de líquidos cloacales, de Obras Sanitarias de la Nación en Santa Rosa (La Pampa).

Los organismos formaban parte del Plancton, pero en los charcos más pequeños se les encontraba en mayor concentración, agrupándose densamente también en el Neuston, donde constituían una densa película.

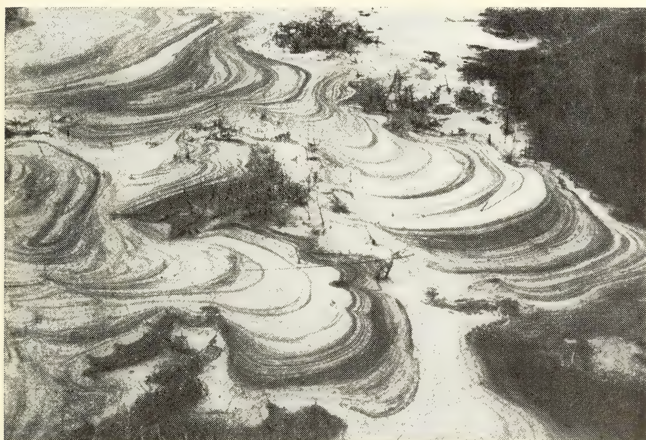


Foto 14. — Floración de *Phacus pyrum*. Fue observada en charcos de derrame de los lechos percoladores de Obras Sanitarias de la Nación en Santa Rosa (La Pampa). El viento acumula en las márgenes espuma y algas: las franjas más oscuras son de color verde intenso, las otras poseen mayor cantidad de espuma, por lo que son de color blanco sucio.

Familia **COLACIACEAE**

Colacium calvum Stein, 1878

(Lám. III, fig. 3)

Descripción:

Células flageladas libres o epizoicas sobre Copépodos, más o menos cilíndricas, solitarias o en grupos de 2 a 4 (rara vez más), unidas por cortos pedicelos mucilaginosos. Cuando libres con un



Lám. III. — 1, *Euglena* sp. : Individuo sin flagelo, metabólico, con dos gránulos de paramilon (× 1.000) ; 2, *Phacus pyrum* (Ehrenb.) Stein (1.000) ; 3, *Colacium calvum* Stein : *a*, individuo espizoico aislado con reservorio, faringe, mancha roja y núcleo (× 1.066) ; *b*, grupo ramificado (× 1.066).

flagelo, cuando fijas rodeadas de una envoltura mucilaginosa. Cloroplástidos numerosos, discoides con o sin pirenoide.

Esta especie fue hallada como es normal sobre Copepódos, en este caso sobre *Metacyclops mendocinus (Wierz)*.

Se trataba de un tanque de concreto de más o menos 4 × 2 × 1 m de profundidad, que recibía el agua de una vertiente. Prácticamente todos los Copépodos estaban con esta alga epizoica, y eran tan numerosos los individuos que transmitían a los crustáceos su misma coloración verdosa. En el fondo había una densa vegetación de *Potamogeton*. La localidad es una estancia cerca de Cabo Tres Puntas en Santa Cruz. Fecha II de 1963.

CHRYSOPHYTA (Algas doradas)

Las floraciones ocasionadas por algas de este grupo, son poco comunes, con excepción de las que producen algunas Diatomeas. No se conocen hasta ahora casos de toxicidad, pero ocasionan generalmente graves inconvenientes en los establecimientos de provisión de agua que usan aquélla de origen superficial.

BACILLARIOPHYCEAE

Familia **FRAGILARIACEAE**

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenb. 1838

(Lám. IV, fig. 3)

Descripción:

Frústulos más o menos largos, lineares en vista cingular. Valvas lineares o linear-lanceoladas, con las extremidades rostradas, redondeadas. Largo 150-200 micrones, ancho 8-9 micrones. Estrías transapicales fuertes 9-10 en 10 micrones. Seudorafe linear estrecho. Area central presente o ausente.

La especie que citamos produjo floraciones frecuentes en el embalse Cruz de Piedra de San Luis, que es usado como fuente de provisión de agua a dicha ciudad, ocasionando serios transtornos por el taponamiento que producía en los filtros. Las pequeñas agujas de sílice formaban en 2 a 3 horas un espeso fieltro completamente impermeable.

Caracteres físico-químicos del agua.

Los siguientes son datos promedios de 2 años de observaciones mensuales:

Temperaturas máximas 22°C y mínimas 8°C.
Turbiedad 6 ppm.
pH alrededor de 8.
0_2. Máximo 10 ppm.; mínimo 4,8.



Gráfico 1. — Variación estacional de *Synedra ulna*

La mayor floración que observamos se inició en mayo de 1949 encontrándose 3.000.000 de organismos por litro, que aumentaron a 14.000.000 por litro en el término de un mes, decayendo hasta los primeros valores en 30 días más.

Se notaba en su protoplasma un aumento de gotas de aceite, lo que dificultaba su decantación.

Asterionella japonica Cleve, 1878

(Lám. IV, fig. 4)

Descripción:

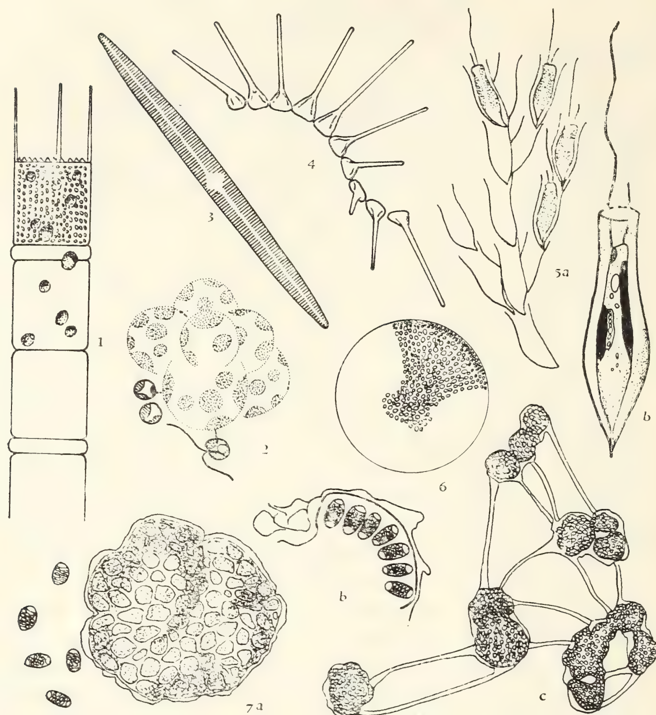
Frústulos reunidos en cenobios estrellados helicoidales, presentándose en vista cingular, lineares con lados paralelos y con base triangular fuertemente ensanchada. Valvas muy estrechas epatuliformes en la base, largo 30-150 micrones. Estrías transapicales muy finas, 28-34 en 10 micrones. Cromatoforo en forma de una o dos placas en la parte ensanchada.

Consideramos interesante indicar que Bigelow (1926) (apud Brunel 1962) observó esta especie en USA en el golfo de Maine (agosto) "in such abundance that... the appearance of the water was noticeably soupy. The net was filled with a brown slimy mass".

En la costa atlántica de la Provincia de Buenos Aires (Balnearios de Villa Gesell y Pinamar) hemos observado en los meses de verano, floraciones costeras de esta Diatomea que forma manchones de color pardo oscuro, de variada extensión [1]. Los individuos se agrupan en mayor número en la superficie, mezclados con la espuma del agua y así se desplazan a lo largo de la costa, donde sirven de alimento prácticamente único en ese momento, a la almeja blanca *Mesodesma mactroides.*

Sería muy interesante observar si en alguna de estas ocasiones, la ingestión por el hombre puede ser tóxica, puesto que en la zona se comprueban de tanto en tanto casos de intoxicación atribuídos a estas almejas. Coscarón (1959) cita esta toxicidad, observada más frecuentemente en enero y febrero, y que en principio se atribuye a la emisión de las gonadas sexuales, pero agrega que no está seguro que sea sólo en esa época cuando se produce la emisión de dichas gonadas.

[1] Los bañistas atribuyen el color a la presencia de iodo y se frotan el cuerpo con esas aguas.



Lám. IV. — 1, *Melosira* sp. : vista cingular o lateral (× 1.000) ; 2, *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerh : cenobio, células aisladas y zoospora ; 3, *Synedra ulna* (Nistzch) Ehrenb. : vista valvar (× 400) ; 4, *Asterionella japonica* Cleve : vista cincular (× 340) ; 5, *Dinobryon* aff. *sertularia* Ehrenb. : *a*, aspecto del cenobio (× 300) ; *b*, detalle de un individuo (× 1.000) ; 6, *Coscinodiscus* sp. : vista valvar (× 40) ; 7, *Botryococcus braunii* Kütz : *a*, agregado celular (× 667) ; *b*, detalle de las células (× 1.000) ; *c*, aspecto general con las bandas de mucílago.

Familia **COSCINODISCACEAE**

COSCINODISCUS Ehrenberg, 1838
(Lám. IV, fig. 6)

Descripción:

Frústulos discoides más cortos en el eje vertical que en el transversal. Circulares en vista valvar, ornamentación puntiforme o aereolada, generalmente en series radiadas. Cromatoforos discoides.

Hemos observado floraciones de este género en diversas oportunidades en la ría de Puerto Deseado, que daban color verde al agua y tapaban rápidamente las redes de plancton.

MELOSIRA Agardh, 1824
(Lám. IV, fig. 1)

Descripción:

Frústulos cilíndricos unidos por mucílago, anillos periféricos, o pequeñas púas, formando filamentos más o menos largos.

Valvas generalmente planas, circulares en vista valvar y ornamentadas concéntricamente. Cíngulo a veces con constricción anular. Cromatoforos discoides, pequeños y numerosos. Auxosporas frecuentes.

Algunas especies de *Melosira* se hallan a veces en abundancia en cuerpos de agua continentales. Sólo hemos constatado verdaderas floraciones, en el río Juramento de la provincia de Salta y en menor proporción en el río de la Plata frente a Buenos Aires. En ambos casos se produjeron taponamientos en los filtros de provisión de agua.

CHRYSOPHYCEAE

En las especies de esta clase se observa como carácter constante de su protoplasma la presencia de grasas, las que les permiten mantenerse con facilidad en el nivel más adecuado para su desarrollo.

Pocas son las especies que producen floraciones.

Familia **OCHROMONADACEAE**

Dinobryon aff. **sertularia** Ehr., 1835

(Lám. IV, fig. 5)

Descripción:

Cenobios dendroides planctónicos; células cilíndricas, acuminadas en la base, dentro de lóricas lisas y transparentes, hasta ferrugíneas, unidas por su base con la inferior.

Flagelos desiguales. Cromatoforos generalmente dos, parietales, de color amarillo pardusco. División longitudinal; cada célula hija segrega nueva lórida.

Muy pocas especies son de aguas marinas costeras, consideradas formas continentales que sobreviven en el mar.

Observamos una intensa floración en una de las lagunas cercanas a Ushuaia en "La Península" durante el mes de marzo de 1963. La temperatura del agua era de 7° C y se notaba la presencia de abundante materia orgánica de origen animal y vegetal.

Estos cuerpos de agua son poco profundos y de alrededor de 2 a 3 hectáreas de superficie.

XANTOPHYCEAE

Como en la clase *Chrysophyceae* se conocen muy pocos casos de floraciones.

Familia **CRYSOCAPSACEAE**

Phaeocystis pouchetii (Hariot) Lagerh.

(Lám. IV, fig. 2)

Descripción:

Cenobios planctónicos muy grandes, formados por lóbulos esféricos con gran cantidad de mucílago. Células esféricas, reunidas a su vez en grupos, generalmente con 2 cromatoforos pardo-amarillentos. Multiplicación por fragmentación del cenobio.

Reproducción asexual por zoosporas de tipo "ocromonadal" con 2 flagelos desiguales.

Sieburth (1960) observó una floración de una especie de *Phaeocytis* que cree es *P. pouchetii*, en los estrechos de Gerlache y Bransfield (Antártida Argentina) durante los meses de enero y febrero de 1959.

De estas algas aisló una sustancia antibacterial, el ácido acrílico, hallada también en el estómago del "Krill", *Euphausia superba*, alimento de los pingüinos *Pygoscelis antarctica*.

Considera que dicha sustancia es responsable de inhibir la flora gastrointestinal de estas aves.

Phaeocystis pouchetii ha sido citada como causante de *floraciones* pardas en latitudes medianas del hemisferio norte (Brongersma-Sanders, 1957), siendo muy antagónicas para los arenques, los que nunca viven donde hay algas de esta especie. Pero no se ha observado mortandad de peces.

Sieburth (loc. cit.) dice que esta sustancia tóxica, parece no serlo para los Eufáusidos ni para los pingüinos de Antártida.

Familia **BOTRYOCOCCACEAE**

Comprende un solo género cuya inclusión en esta clase no es aceptada por todos los autores, ya que algunos la consideran una Clorofícea.

Botryococcus braunii Kütz., 1849

(Lám. IV, fig. 7)

Descripción:

Cenobios planctónicos de diversa forma, compuestos por agregados esféricos, con células dispuestas en la periferia y radialmente embebidas en mucílago abundante, de color pardo, que se resuelve en espinas o lóbulos irregulares en el margen. Los agregados celulares se unen entre sí por procesos más o menos rígidos. Células elipsoidales cuya membrana se separa en dos piezas desiguales al tratarse con ácido sulfúrico; incluidas en un canal o copa de mucílago.

Cromatoforo único, parietal, con un cuerpo parecido al pirenoide. Almidón como sustancia de reserva y aceites en granulaciones. Sólo conocida la propagación por división directa.

Los depósitos de esta alga se descomponen lentamente, siendo responsables de acumulaciones sapropélicas.

Fue observada una floración durante el mes de marzo de 1963 en las lagunas de "La Península" cercanas a Ushuaia, Tierra del Fuego, cuyas aguas tenían un intenso color caramelo, semejante al que presentan las lagunas con materia orgánica coloidal, pero en este caso dado por la especie en cuestión.

Brongersma-Sanders (1957) citan mortandad de peces durante una floración de esta especie.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Abbott, B. C. et D. Ballantine, 1957. The toxin from *Gymnodinium veneficum* Ballantine. — *J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 36 :* 169-189.

Balech, E. et H. J. Ferrando, 1946. Fitoplancton marino. — *Manuales Eudeba.* Bs. As.

Ballantine, D. et B. C. Abbott, 1957. Toxic marine flagellates ; their occurrence and physiological effects on animals. — *Journ. Gen. Microb., 16 :* 274-281.

Bigelow, H. B., 1926. Plankton of the offshore waters of the Gulf of Maine. — *Bull. Bur. Fischeries, 40 :* 1-509, 134 fg., Washington D. C.

Bishop, C. T., E. F. L. J. Anet et P. R. Gorham, 1959. Isolation and identification of the fast-death factor in *Microcystis aeruginosa* NRC-1. — *Can. J. Biochem. and Physiol., 37 :* 453-471.

Blackburn, K. B. et B. N. Temperley, 1936. *Botryococcus* and the algal coals. — *Trans. Roy. Soc. Edimb., 58 :* 841-868.

Braun-Blanquet, J., 1950. Sociología vegetal (versión española). — *Acme Buenos Aires.*

Brongersma-Sanders, M., 1957. Mass Mortality in the Sea in J. W. Hedgpeth, Treatise on Marine Ecology and Paleocology, Ch., *29 :* 941-1010. Washington D. C.

Brunel, J., 1962. Le Phytoplancton de la Baie des Chaleurs. — *Contr. Min. Chasse et Pecheries.* Québec.

Burke, J. M., J. Marchisotto, J. J. A. Mac Laughlin et L. Provasoli, 1960. Analysis of the the toxin produced by *Gonyaulax catenella* in axenic culture. — *New York Ac. Sc., 90 :* 839-842.

Coscarón, S., 1959. La « Almeja amarilla » (*Mesodesma mactroides*) de la costa de la Prov. de Bs. As. ». — *Agro,* año 1, nº 3.

Fogg, G. E., 1962. Extracelular Products in Lewin, R. 1962. Physiology and Biochemistry of Algae. — *Academic Press.* N. Y. and London.

Fogg, G. E. et D. F. Westlake, 1955. The importance of extracelular products of algae en fresh waters. — *Verh. Int. Ver. Limnol., 12 :* 219-32.

Frenguelli, J., 1936. *Spirulina (Arthrospira) argentina* Freng. — *Not. Mus. La Plata, 2 :* 163-170, 4 láms.

Fritsch, F. E., 1961. The structure and reproduction of the Algae, *1*, Cambridge.

Geitler, L., 1923. Studien über das Hämatochrom und die Chromatophoren von *Trentopohlia.* — *Oesterr. Bot. Zeitschr., 73 :* 76-83.

Gorham, P. R., 1960. Toxic water blooms of blue-green algae. — *Can. Vet. Journ., 1 :* 235-245.

Guarrera, S. A., 1962. Estudios limnológicos en la laguna de San Miguel del Monte. — *Rev. Mus. La Plata, 9 :* 125-174.

Guarrera, S. et O. Kühnemann, 1949. Catálogo de las Chlorophyta y Cyanophyta de agua dulce de la Rep. Arg., *Lilloa, 19 :* 219-317.

Hayes, H. L. et T. S. Austin, 1951. The distribution of discolored sea water. — *Texas Journ. Sc.*, *3*, nº 4 : 530-541, 1 mapa.

Hughes, E. O., P. R. Gorham et A. Zehnder, 1958. Toxicity of a unialgal culture of *Microcystis aeruginosa*. — *Can. J. Microb.*, *4* : 225-236.

Kleerekoper, H., 1944. Introdção ao estudo da Limnologia. — *Min. Agr. Río de Janeiro.*

Kol, E., 1942. The snow and ice Algae of Alaska. — *Smiths. Miscell. Coll.*, *101* : 1-36, t. 1-*b*.

Kühnemann, O. Criovegetación de Antártida. En prensa.

— 1944. Observaciones sobre microorganismos del Río los Sauces y sus afluentes. — *Rev. O. S. N.*, *17* : 100-110 ; 294-311 ; 378-395.

Mc Laughlin, J. J. A., 1958. Euryhaline chrysomonads : nutrition and toxigenesis in *Prymnesium parvum*, etc. — *J. Protoz.*, *5* : 75-81.

Prescott, G. W., 1948. Objectionable algae with reference to the killing of fish and other animals. — *Hydrobiologia*, *1* : 1-13.

— 1962. Algae of the western Great Lakes Area. — *Brown Co Ed. Iowa USA.*

Pringsheim, E. G., 1914. Die Ernährung von *Haematococcus pluvialis* Flot. — *Beitr. z. Biol. d. Pflanzen*, *12* : 413-435.

Ringuelet, R. A., S. R. Oliver, S. A. Guarrera et R. H. Aramburu, 1955. Observaciones sobre Antoplancton y mortandad de peces en la laguna del Monte. — *Notas Museo La Plata*, *18*, Zool., nº 159 : 72-80.

Senn, G., 1911. Physiologische untersuchungen an *Trentepohlia*. — *Verh. Schweiz. Naturf. Ges.*, *94* : 281.

Shelubsky, M., 1951. Observations on the properties of a toxin produced by *Microcystis*. — *Proc. Int. Assoc. T. and A. Limn.*, *11* : 362-366.

Shilo, M. et M. Aschner, 1953. Factors governing the toxicity of cultures containing the phytoflagellate *Prymnesium parvum* Carter. — *J. Gen. Microb.*, *8* : 333-343.

Shilo, M., M. Aschner et M. Shilo, 1953. The general properties of the exotoxin of the phytoflagellate *Prymnesium varvum* Carter. — *Bull. Res. Counc. Israel*, *2* : 446.

Smith, F. G. W., 1949. Probable fundamental causes of red tide off the west coast of Florida. — *Quart. J. Florida As. Sc.*, *11* : 1-6.

Smith, G. M., 1955. The fresh-water Algae of the United States. Mc Graw.-Hill. New York and London.

Steinecke, F., 1932. Untersuchungen über die phyletische stellung der Microsporaceen. — *Bot. Archiv.*, *34* : 216-229.

Sieburth, J. Mc N., 1960. Acrylic acid an « antibiotic » principle in *Phaeocystis* blooms in Antarctic waters. — *Science*, *132* : 676-677.

INDICE ESPECIFICO

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

DIRECTOR: Cap. de Navío (R. S.) EMILIO L. DIAZ

SEPTIEMBRE-OCTUBRE 1965 — ENTREGAS III-IV — TOMO CLXXX

SUMARIO

SERIE I. CIENCIAS

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1965

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Art. 10 del Reglamento de los « ANALES » (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de Septiembre de 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los « Anales », serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director.

Impreso en Imprenta Coni - Perú 684 - Buenos Aires - República Argentina

SERIE I, CIENCIAS
Número 1

COMPORTAMIENTO DE CULTIVOS DE MACROFAGOS BAJO CAMPO MAGNETICO ESTATICO HOMOGENEO[1]

Por MAXIMO VALENTINUZZI, RODOLFO W. FERRARESI y TEODOMIRO VAZQUEZ

Instituto Nacional de Microbiología "Carlos G. Malbrán"[2]
Laboratorio de Magnetobiología

RESUMEN

El número de macrófagos *in vitro* decae durante las primeras horas y luego aumenta. En un primer grupo de experimentos consistentes en mantener los cultivos en campo magnético de 4.200 oersteds o 5.650 oersteds, se observó que el número era mayor que en los cultivos de referencia. Las diferencias relativas, del 27 % al 33 %, resultaron significativas a niveles de probabilidad de 30 % a 10 %. En un segundo grupo de experimentos, los cultivos fueron sometidos a 2.000, 4.000, 6.000 y 8.000 oersteds, obteniéndose diferencias relativas respecto a cultivos que estuvieron en el entrehierro del electroimán, pero sin campo magnético, cuyos valores eran de 5 % hasta 84 %, significativas a niveles medios de probabilidad de 30 % a 5 %. Las diferencias fueron mayores alrededor de los 4.000 oersteds. Provisoriamente cabe pensar que el campo magnético estimula el metabolismo del macrófago y modifica la dinámica del cultivo.

RESUMO

La kvanto de makpofagoj *in vitro* malaltigas dum la unuaj horoj kaj poste plialtigas. Ce unua grupo de eksperimentoj konsistintaj el kulturoj de makrofagoj en magneta kampo de 4.200 oersted au 5.650 oersted oni observis, ke la kvanto estis pli granda ol en la referencaj kulturoj. La relativaj diferencoj, ekde 27 % gis 33 %, rezultigis signifaj je ebleconiveloj ekde 30 % gis 10 %. Ce dua grupo de eksperimentoj, la kulturoj tenitaj en kampoj de 2.000, 4.000,

[1] Los primeros resultados de este trabajo fueron expuestos y discutidos en seminarios de la Universidad de Chicago, del Instituto de Tecnología de Illinois (Chicago) y de la Sociedad de Microbiología Industrial de Chicago, en 1964.

[2] Avenida Vélez Sársfield 563, Buenos Aires, Argentina.

6.000 kaj 8.000 oersted, donis relativajn diferencojn de 5 % ĝis 84 % (signifaj je mezaj ebleconiveloj ekde 30 % ĝis 5%), rilate al kulturoj kiuj estis en la interterspaco de la elektromagneto, sed sen kampo. La trovitaj diferencoj estis plejgrandaj ĉirkaŭ 4.000 oersted. Provizore oni povas pensi, ke la magneta kampo instigas la makrofagan metabolismon kaj ŝanĝas la dinamikon de la kulturo.

INTRODUCCION

Los *macrófagos* (células mononucleadas) son células reticuloendoteliales conocidas desde el siglo pasado (Bloom y Faweett, 1964). Metchnikoff describió sus características fundamentales. Desde entonces numerosos estudios han sido publicados que aclaran un conjunto de problemas, pero aún queda mucho por hacer. Sin entrar en detalles, baste mencionar algunas de las propiedades y funciones de los macrófagos para destacar su importancia biológica: fagocitosis; metabolización y depósito de substancias endógenas (hemoglobina, por ejemplo) y exógenas (antígenos, por ejemplo), con probable transferencia de información a las células responsables de la producción de anticuerpos (plasmocitos) ; diferenciación a células de tipo plasmocitario; capacidad de transferir la hipersensibilidad de tipo tuberculínico a animales normales, responsable de fenómenos de inmunidad antiinfecciosa no dependiente de anticuerpos (Rowley, 1962).

Se puede obtener macrófagos de la cavidad peritoneal de diversos animales (ratas, conejos, cobayos) para trabajo experimental *in vitro* (Mims, 1964).

Los macrófagos se reproducen *in vitro*, cultivados en medio y condiciones adecuados. Su número decae en las primeras horas y luego aumenta, de modo que se obtiene una curva en función del tiempo de concavidad hacia arriba en un primer período, y de concavidad hacia abajo en un segundo período.

En los últimos años se ha ampliado y reforzado la investigación biológica en relación con el campo magnético, dominio de estudio biofísico iniciado ya el siglo pasado. Entre los temas abordados se halla el de la acción del campo magnético sobre células tumorales (Mulay y Mulay, 1964) y la influencia de campos magnéticos sobre la producción de anticuerpos (Gross, 1963).

Sobre esa línea de trabajo (efectos celulares), hemos elegido a los macrófagos con la idea principal de averiguar si el campo magnético modifica su supervivencia y reproducción *in vitro*. Nuestro estudio ha abarcado el comportamiento del número de macrófagos

de cobayo *in vitro* durante las primeras cuatro horas de mantener los cultivos en campos magnéticos estáticos homogéneos, es decir, la exploración se ha referido a la primera concavidad que hemos mencionado. Esta limitación temporal se ha debido a razones técnicas de la experimentación.

METODO

1. *Dispositivo experimental*

Hemos utilizado un electroimán Varian (modelo V-4007), cuyos polos tienen seis pulgadas de diámetro. La intensidad de campo se regulaba por su fuente de alimentación (modelo V-2200A). La calibración de la intensidad de campo en función del amperaje fue hecha con un fluxímetro Varian a resonancia nuclear (modelo F-8).

No hemos explorado el grado de inhomogeneidad del campo magnético, pero hemos confiado en la información técnica de la Casa Varian. Se trata de un electroimán perteneciente a un Espectrómetro de Resonancia Paramagnética Electrónica, que brinda un campo altamente homogéneo.

Se colocaban los tubos de cultivo (tubos P) (de 7,5 cm de largo y 1 cm de diámetro, con tapón de goma o capuchón de material plástico) en una cubeta de lucita (de 3,5 cm $\times$ 19 cm $\times$ 21 cm; o de 2 cm $\times$ 20 cm $\times$ 20 cm), llena de agua, la cual se introducía en el entrehierro.

La temperatura de la cubeta era regulada mediante circulación de agua producida por una bomba. En general, las oscilaciones han sido de más o menos 1°C, pero a veces excedían a ese margen, aunque durante muy breve tiempo.

En un primer grupo de experimentos, en los cuales se usó 4.200 ó 5.650 oersteds, se ponía igual número de tubos (de iguales dimensiones que los anteriores) con cultivos de referencia (tubos R) en una estufa o en un termostato, manteniéndolos a la misma temperatura que la de la cubeta. En un segundo grupo de experimentos, hechos aplicando campos de diferentes intensidades (2.000, 4.000, 6.000, 8.000 oersteds), se tomó como referencia cultivos puestos en el entrehierro sin campo magnético.

2. *Medio de cultivo*

El medio de cultivo era preparado a base de líquido de Hanks con hidrolizado de lactalbúmina (Melnick, 1956) y suero de cobayo (60 ml de líquido de Hanks y 40 ml de suero de cobayo). Se agregaba también neomicina (50 γ/ml), penicilina (100 unidades/ml) y estreptomicina (50 γ/ml).

3. *Obtención de los macrófagos*

Los macrófagos eran obtenidos de la cavidad peritoneal del cobayo.

En los experimentos iniciales procedíamos así: inyección intraperitoneal de parafina líquida (por ejemplo: 2 ml de parafina suspendida en 20 ml de solución fisiológica) o de glucógeno (por ejemplo: 20 ml de solución a razón de 10 mgr de glucógeno por ml de solución fisiológica) ; sacrificio del animal cinco días después, lavado de la cavidad peritoneal con 20 ml de medio de cultivo estéril; recuperación del líquido; lavado por centrifugación, tres veces, durante diez minutos a 500 r.p.m. a 4°C, resuspendiendo el sedimento cada vez en medio de cultivo; fraccionamiento en tubos (0,5 ml en cada uno) para proceder al experimento.

En los experimentos subsiguientes procedimos del siguiente modo: sacrificio del cobayo, abertura de la cavidad peritoneal; lavado con medio de cultivo estéril adicionado con heparina (liofilizada) (10 unidades por mililitro) ; recolección del líquido; centrifugación como en el procedimiento anterior (resuspensión en medio de cultivo sin heparina) ; fraccionamiento.

Desde la extracción de la cavidad peritoneal hasta la iniciación del experimento transcurría no más de una hora, durante la cual los macrófagos quedaban sometidos a 5°C.

4. *Contaje*

El contaje se realizaba con una cámara de Neubauer.

Cada serie de tubos estaba constituida por cinco tubos. Al comenzar el experimento se contaba el número de macrófagos de uno de ellos (tiempo 0), y luego, cada hora (hasta completar cuatro horas) se contaba un tubo de los restantes tubos (cuatro en total, para cada serie) que habían sido mantenidos fuera del campo

(estufa o termostato) (tubos R, de referencia) y en el campo magnético (entrehierro del electroimán) (tubos P, de prueba).

Para el contaje se procedía como sigue: se agregaba al tubo que contenía el cultivo una cierta cantidad de tripsina Ditco (1:250) (sobrenadante del preparado de un gramo en cien mililitros de solución fisiológica estéril, decantado a 4°C), dejando el tubo durante media hora a temperatura ambiente ($\sim$ 25°C); luego se le agregaba una cierta cantidad de fijador (ácido acético al 10 % en solución fisiológica, con unos cristales de violeta cristal); de estas cantidades dependía el factor de dilución, d, mencionado más adelante, a tener en cuenta para el cálculo del número de macrófagos por centímetro cúbico; finalmente se pipeteaba de este material bien homogeneizado y se cargaba la cámara. En la mayoría de los experimentos las cantidades fueron: 0,5 ml de cultivo más 0,1 ml de solución de tripsina, más 0,4 ml de fijador.

En los primeros ensayos contábamos los macrófagos contenidos en toda el área de cada uno de los retículos, pero este criterio insumía largo tiempo, era fatigoso e innecesario, por lo cual adoptamos otro criterio.

De un solo retículo de la cámara se contaba el número de macrófagos contenidos en cada uno de cuatro cuadrados medianos (cada cuadrado mediano tiene dieciséis cuadraditos elementales). Se obtenía, pues, cuatro valores (n) para cada muestra, que eran los valores básicos para la evaluación del experimento.

5. *Tabulación, cálculos y representación gráfica*

Primeramente se hacía el promedio ($\bar{n}$) de los cuatro valores del contaje. El promedio del primer tubo (tiempo 0) se tomaba como 100 %. Se calculaba luego el cociente entre el promedio correspondiente a cada tubo siguiente (de 1, 2, 3 y 4 horas) y el de tiempo 0. Los valores del número de macrófagos se obtenía, por lo tanto, como porcentaje respecto al valor inicial.

De los valores medios ($\bar{n}$) de contaje se puede obtener fácilmente el número de macrófagos por centímetro cúbico.

En efecto: por las características de la cámara de Neubauer se sabe que un cuadrado mediano (que comprende, como dijimos, 16 cuadraditos elementales) tiene un volumen de 10^{-4} cm^3. Si desig-

namos por $\bar{n}$ el promedio del contaje de una muestra, tendremos que el número de macrófagos por centímetro cúbico es:

$$N' = 10^4 \bar{n} \left[\frac{\text{macrof}}{\text{cm}^3} \right] \qquad (1)$$

Pero este valor N' corresponde a la muestra diluida, pues se le ha agregado solución de tripsina y fijador. Por lo tanto, hay que tener en cuenta un factor de dilución (d).

El factor de dilución se calcula en la siguiente forma: sea n_0 el número real de macrófagos en un determinado volumen (V). La concentración será:

$$N = \frac{n_0}{V} \qquad (2)$$

De aquí:

$$n_0 = NV \qquad (3)$$

Si el agregado de solución de tripsina y fijador cambia el volumen de V a V', la concentración resultará ser:

$$N' = \frac{n_0}{V'} \qquad (4)$$

De aquí:

$$n_0 = N' V' \qquad (5)$$

Como el número n_0 de macrófagos no ha variado, de (3) y (5) tenemos:

$$NV = N' V' \therefore N = \frac{V'}{V} N' \qquad (6)$$

Es decir, de la concentración N' deducimos la N multiplicándola por el factor:

$$d = \frac{V'}{V} \qquad (7)$$

Sea un ejemplo numérico:

$$V = 0{,}5 \text{ cm}^3$$
$$V' = 1{,}0 \text{ cm}^3$$
$$d = \frac{1{,}0}{0{,}5} = 2$$

Finalmente, de la (1) y la (6) obtenemos:

$$N = 10^4 \bar{n} \, d \left[\frac{\text{macrof}}{\text{cm}^3} \right] \qquad (8)$$

Cuando se estima los sucesivos cultivos respecto al inicial en %, es indiferente tomar el número N de macrófagos por centímetro cúbico o directamente el valor medio $\bar{n}$ dado por el contaje.

En efecto, aplicando la expresión (8) tendremos:

$$N_o = 10^4 \, \bar{n}_o \, d \left[\frac{\text{macrof}}{\text{cm}^3}\right] \qquad (9)$$

para la concentración inicial, y

$$N_i = 10^4 \, \bar{n}_i \, d \left[\frac{\text{macrof}}{\text{cm}^3}\right] \qquad (10)$$

para cualquier otro tubo. Su cociente es:

$$\frac{N_i}{N_o} \% = \frac{\bar{n}_i}{\bar{n}_o} \% \qquad (11)$$

Los cuatro valores individuales de cada contaje, su promedio y la estimación de los cultivos según la (8) o la (11), así como los tiempos, se recogían en tablas. En éstas se anotaba también el comportamiento de la temperatura de los tubos de referencia y de los de prueba.

La representación gráfica se hacía, para cada serie de tubos, consignando en el eje de las abscisas las horas, y en el de las ordenadas los resultados en %. Sobre esta base se realizó el análisis estadístico (Sección IV).

EXPERIMENTOS

En una primera etapa de este trabajo realizamos numerosos experimentos (Primer Grupo), usando siempre un campo magnético de 4.200 oersteds o de 5.650 oersteds, pero variando otras condiciones, particularmente la temperatura. La comparación se hacía, en todos estos casos, con cultivos puestos en un termostato o una estufa a temperatura aproximadamente igual a la de los tubos de prueba.

En una segunda etapa procedimos a replanear los experimentos guiándonos por los resultados obtenidos en la primera etapa. Se eliminaron los cultivos de referencia (termostato o estufa), se adoptó la temperatura de 25°C y se usó campos magnéticos de diferentes intensidades, y como referencia sirvieron cultivos hechos en las mismas condiciones (puestos en el entrehierro), pero sin campo magnético. (Segundo Grupo).

En los experimentos del Primer Grupo la concentración de macrófagos por centímetro cúbico ha sido menor que en los del Segundo Grupo.

1. *Primer Grupo de Experimentos*

Este grupo está formado por 27 experimentos, abarcando unos 250 cultivos.

Hicimos unos pocos ensayos siguiendo el número de macrófagos en un mismo tubo, reponiéndolo en el entrehierro después del muestreo, pero esta técnica fue desechada por la rápida fijación del macrófago a las paredes de vidrio. Los experimentos se realizaron, pues, usando tubos separados para cada contaje, a los cuales se les agregaba tripsina en el momento del contaje para liberar las células fijadas y distinguir los macrófagos viables.

Algunas pruebas fueron efectuadas habiendo mantenido previamente los cultivos en estufa a 37°C durante 24 horas; otras pruebas consistieron en aplicar campo magnético a los macrófagos recientemente extraídos, conservándolos luego en estufa a 37°C por 24 horas y sometiéndolos otra vez a la acción del campo. No hemos insistido en esta línea de trabajo porque los resultados eran irregulares.

Las tablas I a X y las figuras 1 a 10 corresponden a algunos de los experimentos realizados. En unos se usó diferentes temperaturas, aproximadamente constantes (oscilaciones de $\pm$ 1°C) ($\sim$ 28°C; $\sim$ 30°C; $\sim$ 35°C; $\sim$ 37°C); en otros se dejó aumentar lentamente la temperatura durante el período de trabajo (de 24°C a 32°C; de 26°C a 31°C; de 20°C a 31°C).

La Tabla XI comprende seis experimentos de este Primer Grupo.

El resultado general fue que *el número de macrófagos en los cultivos bajo campo magnético es mayor que en los cultivos sin campo magnético.*

2. *Segundo Grupo de Experimentos*

Este grupo comprende 16 experimentos, con un total de 135 cultivos.

Se ha aplicado campo magnético de 2.000, 4.000, 6.000 y 8.000 oersteds. La Tabla XII y la figura 12 corresponden a este grupo.

Al igual que en el Primer Grupo, el resultado fue que el número de macrófagos en los cultivos bajo campo magnético es mayor

TABLA I

(Fig. 1)

H = 4200 [œ] $\bar{\theta}_R$ = 29,8 °C $\bar{\theta}_P$ = 29,3 °C d = 2,25

Inyección intraperitonal de 20 ml de solución de glucógeno en solución fisiológica (10 mg/ml).

(5 tubos R y 5 tubos P).

t [h]	Tubos de		Promedios	
	Referencia n_R	Prueba n_P	$\bar{N}_R$ °/₀	$\bar{N}_P$ °/₀
0..	7 - 4 - 2 - 2 $N=84375 \left[\frac{\text{macrof.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_R$ = 3,75	7 - 4 - 2 - 2 $N=84375 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_P$ = 3,75	100	100
1..	3 - 5 - 4 - 3 n_R = 3,75	4 - 6 - 7 - 2 $\bar{n}_P$ = 4,75	100	126
2..	4 - 5 - 2 - 4 $\bar{n}_R$ = 3,75	6 - 3 - 6 - 2 $\bar{n}_P$ = 4,25	100	113
3..	9 - 3 - 4 - 9 $\bar{n}_R$ = 6,25	6 - 2 - 12 - 6 $\bar{n}_P$ = 6,50	166	173
4..	2 - 3 - 10 - 3 $\bar{n}_R$ = 4,50	7 - 7 - 3 - 3 $\bar{n}_P$ = 5,00	120	133

TABLA II

(Fig. 2)

H = 5650 [œ]	θ_R = 37,0 °C	$\bar{\theta}_P$ = 37,0 °C	d = 2

Inyección intraperitonal de 15 ml de solución de glucógeno en solución fisiológica (10 mg/ml).

(5 tubos R y 5 tubos P).

t [h]	Tubos de		Promedios	
	Referencia n_R	Prueba n_P	$\bar{N}_R$ %	$\bar{N}_P$ %
0..	4 - 7 - 9 - 6 $N = 130.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_R = 6{,}50$	4 - 7 - 9 - 6 $N = 130.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_P = 6{,}50$	100	100
1..	2 - 2 - 6 - 4 $\bar{n}_R = 3{,}50$	7 - 7 - 8 - 4 $\bar{n}_P = 6{,}50$	53	100
2..	2 - 2 - 3 - 3 $\bar{n}_R = 2{,}50$	2 - 1 - 3 - 7 $\bar{n}_P = 3{,}25$	38	50
3..	3 - 1 - 3 - 5 $\bar{n}_R = 3{,}00$	4 - 2 - 5 - 2 $\bar{n}_F = 3{,}25$	46	50
4..	4 - 4 - 2 - 7 $\bar{n}_R = 4{,}25$	5 - 10 - 4 - 9 $\bar{n}_P = 7{,}00$	65	107

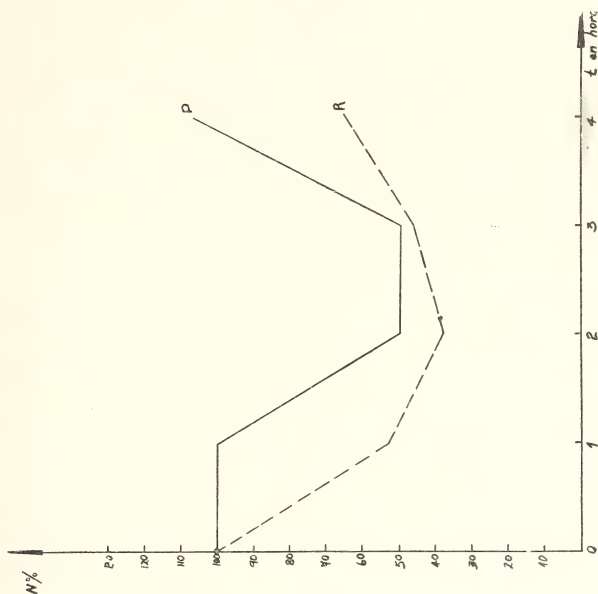


Figura 2 (Tabla II)

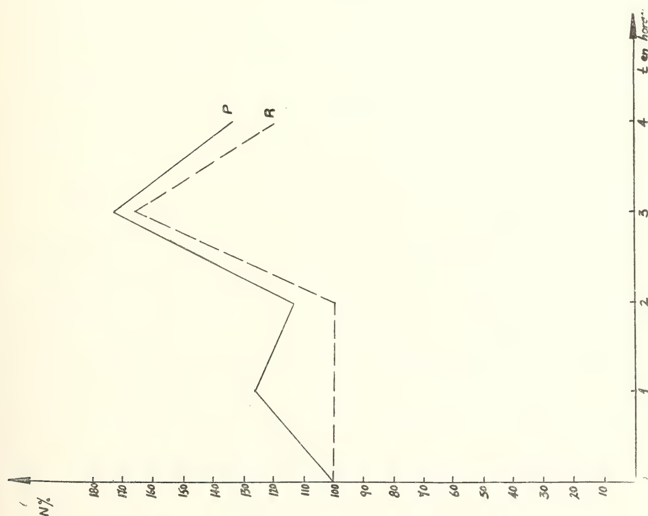


Figura 1 (Tabla I)

TABLA III

(Fig. 3)

$H = 5650$ [œ] $\bar{\theta}_R = 37,0$ °C $\bar{\theta}_P = 37,0$ °C $d = 2$

Inyección intraperitonal de 15 ml de solución de glucógeno en solución fisiológico (10 mg/ml).

(5 tubos R y 5 tubos P).

t [h]	Tubos de		Promedios	
	Referencia n_R	Prueba n_P	$\bar{N}_R$ %	$\bar{N}_P$ %
0..	3 - 2 - 5 - 5 $N=75.000 \left[\frac{\text{macrof.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_R = 3,75$	3 - 2 - 5 - 5 $N=75.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_P = 3,75$	100	100
1..	1 - 5 - 3 - 2 $\bar{n}_R = 2,75$	3 - 3 - 3 - 6 $\bar{n}_P = 3,75$	73	100
2..	5 - 4 - 2 - 3 $\bar{n}_R = 3,50$	2 - 4 - 5 - 2 $\bar{n}_P = 3,25$	93	86
3..	4 - 3 - 3 - 1 $\bar{n}_R = 2,75$	7 - 4 - 2 - 2 $n_P = 3,75$	73	100
4..	2 - 1 - 3 - 5 $\bar{n}_R = 2,75$	3 - 3 - 4 - 3 $\bar{n}_P = 3,25$	73	86

TABLA IV

(Fig. 4)

H = 4200 [œ] $\bar{\theta}_R = 28{,}3$ °C $\bar{\theta}_P = 28{,}3$ °C d = 5

Inyección intraperitonal de 2 ml de parafina líquida en 23 ml de solución fisiológica.

(5 tubos R y 5 tubos P).

t [h]	Tubos de		Promedios	
	Referencia n_R	Prueba n_P	$\bar{N}_R$ %	$\bar{N}_P$ %
0..	12 - 4 - 4 - 4 N = 300.000 $\left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_R = 6{,}00$	6 - 6 - 7 - 6 N = 322.500 $\left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_P = 6{,}25$	100	100
1..	2 - 6 - 1 - 5 $\bar{n}_R = 3{,}50$	9 - 5 - 4 - 6 $\bar{n}_P = 6{,}00$	58	96
2..	3 - 3 - 2 - 6 $\bar{n}_R = 3{,}50$	8 - 5 - 5 - 6 $\bar{n}_P = 6{,}00$	58	96
3..	3 - 3 - 9 - 7 $\bar{n}_R = 5{,}50$	11 - 2 - 1 - 8 $\bar{n}_P = 5{,}50$	91	88
4..	3 - 12 - 9 - 3 $\bar{n}_R = 6{,}75$	8 - 9 - 5 - 4 $\bar{n}_P = 6{,}50$	112	104

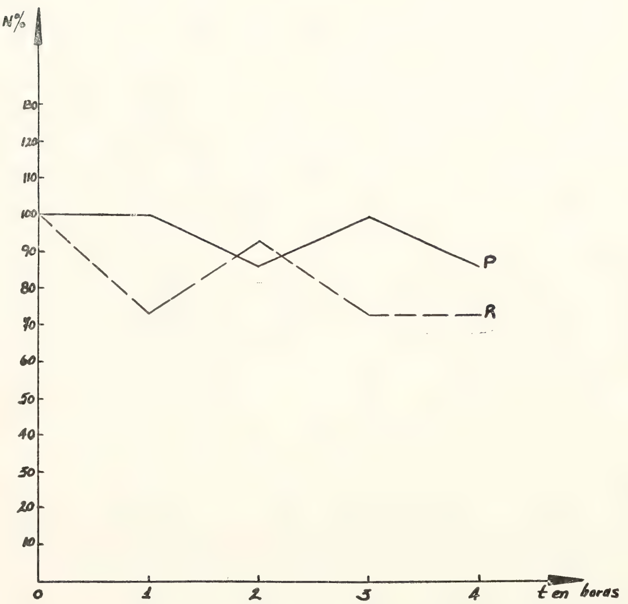


Figura 3 (Tabla III)

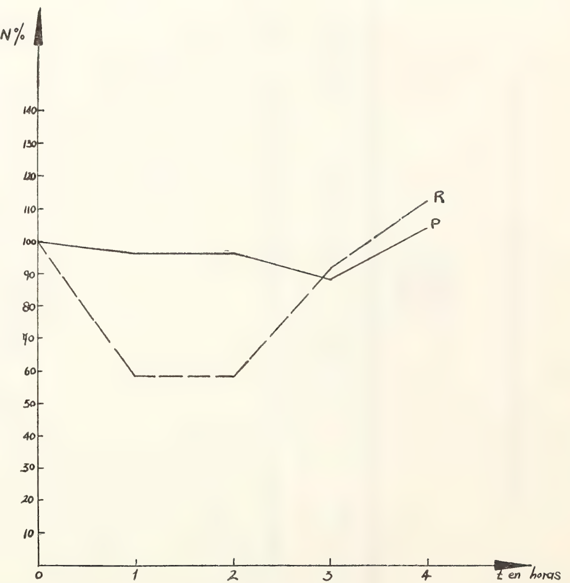


Figura 4 (Tabla IV)

TABLA V

(Fig. 5)

H = 4200 [œ] $\theta_R = 28{,}1$ °C $\theta_P = 27{,}0$ °C d = 5

Inyección intraperitonal de 2 ml de parafina líquida suspendida en 25 ml de solución fisiológica.

(5 tubos R y 5 tubos P).

t h]	Tubos de		Promedios	
	Referencia n_R	Prueba n_P	$\overline{N}_R$ %	$\overline{N}_P$ %
0..	20 - 26 - 36 - 40 $N = 1525000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_R = 30{,}50$	7 - 11 - 8 - 6 $N = 400.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_P = 8{,}00$	100	100
1..	19 - 18 - 8 - 9 $\bar{n}_R = 13{,}50$	2 - 9 - 8 - 7 $\bar{n}_P = 6{,}50$	44	81
2..	6 - 6 - 5 - 4 $\bar{n}_R = 7{,}75$	11 - 4 - 4 - 4 $\bar{n}_P = 5{,}75$	25	71
3..	11 - 21 - 7 - 8 $\bar{n}_R = 11{,}75$	4 - 4 - 3 - 7 $\bar{n}_R = 4{,}5$	38	56
4..	8 - 9 - 11 - 14 $\bar{n}_R = 10{,}50$	6 - 11 - 11 - 8 $\bar{n}_P = 9{,}0$	34	112

TABLA VI

(Fig. 6)

H = 5650 [œ]	Temperatura creciente desde 24,0° C hasta 32,0° C	d = 5

Inyección intraperitonal de 15 ml de solución de glucógeno en solución fisiológica (10 mg/ml).

(5 tubos R y 5 tubos P).

t [h]	Tubos de		Promedios	
	Referencia n_R	Prueba n_P	$\bar{N}_R$ %	$\bar{N}_P$ %
0..	2 - 2 - 1 - 1 $N = 75.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_R = 1,50$	2 - 2 - 1 - 1 $N = 75.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_P = 1,50$	100	100
1..	1 - 5 - 3 - 2 $\bar{n}_R = 2,75$	2 - 3 - 4 - 2 $\bar{n}_P = 2,75$	183	183
2..	2 - 1 - 1 - 1 $\bar{n}_R = 1,25$	3 - 2 - 2 - 1 $n_P = 2,00$	83	133
3..	1 - 1 - 1 - 1 $\bar{n}_R = 1,00$	1 - 1 - 2 - 1 $\bar{n}_P = 1,25$	66	83
4..	1 - 1 - 0 - 1 $\bar{n}_R = 0,75$	2 - 3 - 1 - 0 $n_P = 1,50$	50	100



Figura 5 (Tabla V)

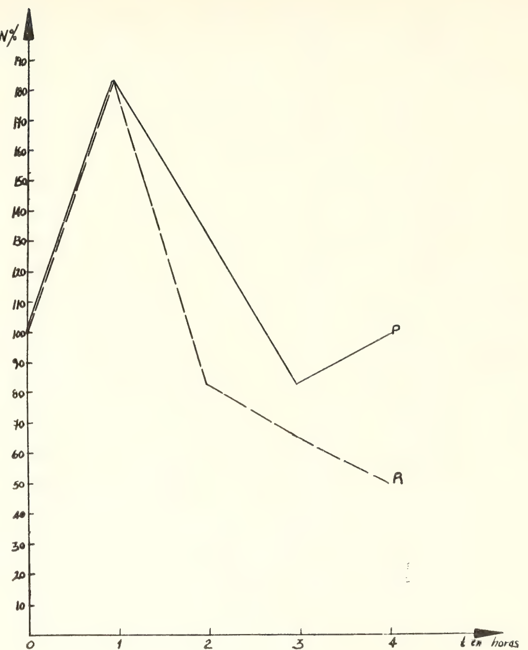


Figura 6 (Tabla VI)

TABLA VII

(Fig. 7)

H = 5650 [œ]	Temperatura creciente desde 26,5° C hasta 30,8° C	d = 2

Inyección intraperitonal de 15 ml de solución de glucógeno en solución fisiológica (10 mg/ml).

(5 tubos R y 5 tubos P).

t [h]	Tubos de		Promedios	
	Referencia n_R	Prueba n_P	$\bar{N}_R$ %	$\bar{N}_P$ %
0..	6 - 8 - 6 - 2 $N = 110.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_R = 5,50$	6 - 8 - 8 - 2 $N = 110.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_P = 5,50$	100	100
1..	4 - 5 - 2 - 1 $\bar{n}_R = 3,00$	1 - 1 - 8 - 3 $n_P = 2,75$	54	59
2..	1 - 3 - 1 - 1 $\bar{n}_R = 1,50$	1 - 3 - 4 - 3 $\bar{n}_P = 2,75$	27	50
3..	4 - 1 - 2 - 1 $\bar{n}_R = 2,00$	1 - 1 - 4 - 2 $n_P = 2,00$	36	36
4..	1 - 3 - 0 - 1 $\bar{n}_R = 1,25$	2 - 2 - 0 - 8 $\bar{n}_P = 3,00$	22	54

TABLA VIII

(Fig. 8)

H = 5650 [œ]	Temperatura creciente desde 20,0° C hasta 31,0° C	d = 2

Inyección intraperitonal de 15 ml de solución de glucógeno en solución fisiológica (10 mg/ml).

(5 tubos R y 5 tubos P).

t [h]	Tubos de		Promedios	
	Referencia n_R	Prueba n_P	$\bar{N}_R$ %	N_P %
0..	2 - 4 - 5 - 1 $N = 60.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_R = 3,00$	2 - 4 - 5 - 1 $N = 60.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_P = 3,00$	100	100
1..	2 - 1 - 1 - 1 $\bar{n}_R = 1,25$	3 - 1 - 3 - 1 $\bar{n}_P = 2,00$	41	66
2..	1 - 2 - 0 - 0 $\bar{n}_R = 0,75$	1 - 4 - 7 - 4 $\bar{n}_P = 4,00$	25	133
3..	1 - 0 - 2 - 1 $\bar{n}_R = 1,00$	4 - 2 - 6 - 4 $\bar{n}_P = 4,00$	33	133
4..	1 - 0 - 1 - 1 $\bar{n}_R = 0,75$	0 - 2 - 4 - 2 $\bar{n}_P = 2,00$	25	66

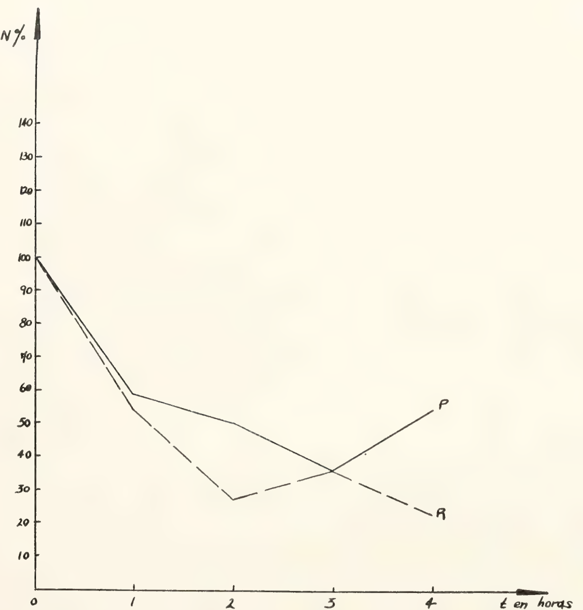


Figura 7 (Tabla VII)



Figura 8 (Tabla VIII)

TABLA IX

(Fig. 9)

H = 4.200 [œ] $\bar{\theta}_R = 27,5°$ C $\bar{\theta}_P = 27,6°$ C d = 5

Inyección intraperitonal de 2 ml de parafina líquida suspendida en 25 ml de solución fisiológica.

(Previa incubación a 34° C durante 24 horas).

t [h]	Tubos de		Promedios	
	Referencia n_R	Prueba n_P	$\bar{N}_R$ %	$\bar{N}_P$ %
0..	2 - 2 - 4 - 2 $N=125.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{cm^3}\right]$ $\bar{n}_R = 2,50$	6 - 1 - 4 - 2 $N=162.500 \left[\frac{\text{macróf.}}{cm^3}\right]$ $\bar{n}_P = 3,25$	100	100
1..	1 - 3 - 2 - 3 $\bar{n}_R = 2,25$	2 - 4 - 2 - 3 $\bar{n}_P = 2,75$	90	84
2..	2 - 3 - 1 - 2 $\bar{n}_E = 2,00$	1 - 1 - 3 - 3 $\bar{n}_P = 2,00$	80	61
3..	3 - 1 - 1 - 2 $\bar{n}_R = 1,75$	3 - 2 - 2 - 2 $\bar{n}_P = 2,25$	70	69
4..	4 - 1 - 2 - 3 $\bar{n}_R = 2,00$	3 - 2 - 2 - 1 $\bar{n}_P = 2,00$	80	61

TABLA X

(Fig. 10)

$H = 4.200$ [œ] $\bar{\theta}_R = 27,1$ °C $\bar{\theta}_P = 27,6$° C $d = 5$

Se trata de los mismos cultivos de la tabla IX, incubados después de la aplicación del campo, a 37° C durante 24 horas.

(5 tubos R y 5 tubos P).

t [h]	Tubos de		Promedios	
	Referencia n_R	Prueba n_P	$\bar{N}_R$ %	$\bar{N}_P$ %
0..	9 - 7 - 16 - 7 $N = 487.500 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_R = 9,75$	3 - 5 - 7 - 2 $N = 200.000 \left[\frac{\text{macróf.}}{\text{cm}^3}\right]$ $\bar{n}_P = 4,00$	100	100
1..	6 - 6 - 7 - 2 $\bar{n}_R = 5,25$	7 - 5 - 6 - 8 $\bar{n}_P = 6,50$	53	162
2..	6 - 12 - 5 - 5 $\bar{n}_R = 7,00$	1 - 3 - 3 - 3 $n_P = 2,50$	71	62
3..	3 - 13 - 6 - 6 $\bar{n}_R = 7,00$	2 - 6 - 6 - 3 $\bar{n}_P = 4,25$	71	106
4..	7 - 6 - 7 - 9 $\bar{n}_R = 7,25$	10 - 2 - 6 - 6 $n_B = 6,00$	74	150

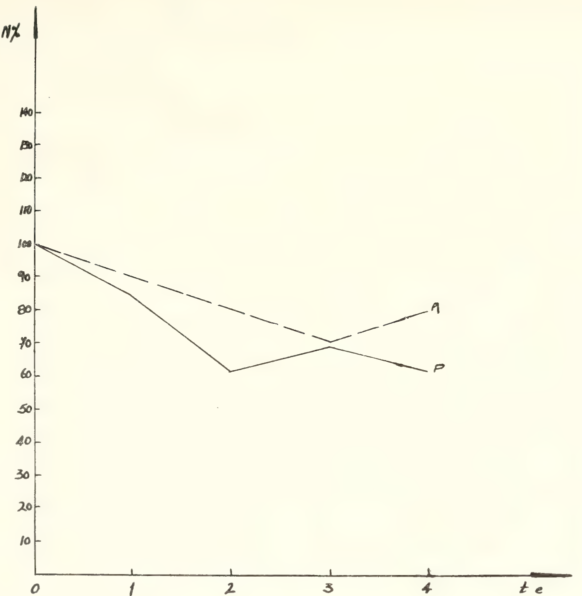


Figura 9 (Tabla IX)

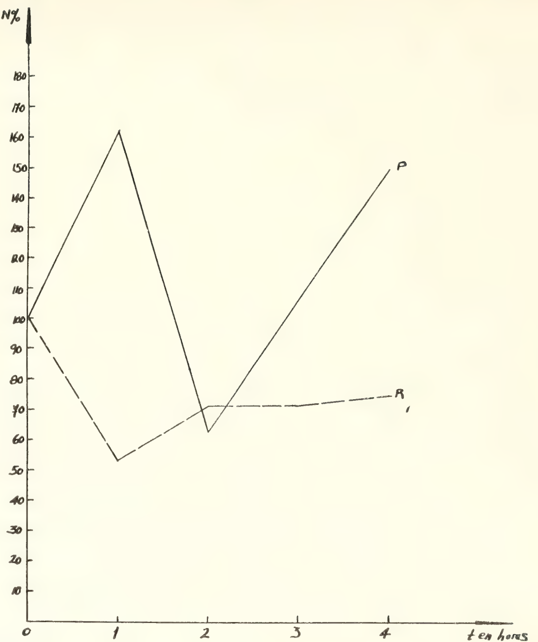


Figura 10 (Tabla X)

TABLA XI
(Fig. 11)

H = 5650 $\bar{\theta}_R = 34{,}1$ °C $\bar{\theta}_P = 35{,}5$ °C d = 2

Primer grupo de experimentos (seis experimentos tomados de este grupo). (Treinta tubos R y treinta tubos P).

(Los números 1 en las cuatro horas indican una serie de cultivos; los 2, otra serie; los 3, otra, etc. $\bar{\bar{N}}$ °/₀ resulta de promediar $\bar{N}$ °/₀)

t [h]	Tubos de: Referencia n_P	$\bar{n}_R$	Prueba $\bar{n}_P$	$\bar{n}_P$	Indices estadísticos: $\bar{N}_R$ %	$\bar{\bar{N}}_R$ %	s	$\bar{N}_P$ %	$\bar{\bar{N}}_P$ %	s	t	p %
	1) 8 - 5 - 4 - 4	5,25	8 - 5 - 4 - 4	5,25								
	2) 6 - 8 - 5 - 4	5,75	6 - 8 - 5 - 4	5,75								
	3) 3 - 9 -10 - 8	7,50	3 - 9 -10 - 8	7,50								
0.....	4) 3 - 6 - 4 - 6	4,75	3 - 6 - 4 - 6	4,75	100			100				
	5) 10 -12 -12 -10	11,00	10 -12 -12 -10	11,00								
	6) 4 - 5 -11 - 8	7,00	4 - 5 -11 - 8	7,00								
	1) 7 - 1 - 4 - 6	4,50	4 - 2 - 7 - 3	4,00	85			77				
	2) 1 - 2 - 6 - 5	3,50	8 - 7 - 5 - 5	6,25	60			108				
	3) 5 - 5 - 1 - 5	4,00	3 - 8 - 2 - 8	5,25	52			70				
1.....	4) 3 - 3 - 1 - 0	1,75	5 - 4 - 2 - 1	3,00	36	64	±25,1	63	83	±23,7	1,216	30
	5) 11 -20 -12 -12	11,25	11 -11 -14 -10	13,00	102			118				

	2)	1 - 2 - 3 - 2	2,00	6 - 5 - 8 - 4	5,75	34			100				
	3)	2 -10 - 5 - 4	5,25	4 - 8 - 4 - 6	5,50	70			73				
2.....	4)	2 - 1 - 6 - 5	3,50	3 - 4 - 4 - 1	3,00	72	66	±20,4	63	84	±13,7	1,629	20
	5)	12 - 5 - 5 -10	8,00	7 - 8 - 7 - 9	7,75	96			93				
	6)	7 - 4 - 4 - 3	4,50	5 - 4 - 7 - 7	5,75	64			82				
	1)	3 - 3 - 5 - 8	4,75	3 - 4 - 5 - 8	5,00	90			95				
	2)	3 - 5 - 3 - 8	4,75	3 - 4 - 3 - 3	3,25	81			56				
	3)	4 - 3 - 4 - 3	3,50	5 - 9 - 4 - 6	6,00	46			80				
3.....	4)	6 - 2 - 4 - 6	4.25	6 - 6 - 6 - 6	6,00	85	69	±25,3	126	88	±25,8	1,171	30
	5)	7 -15 - 8 - 6	9,00	9 -10 -14 -14	11,75	81			106				
	6)	6 - 1 - 2 - 1	2,50	5 - 4 - 6 - 4	4,75	28			67				
	1)	4 - 7 - 2 - 5	4,50	3 - 6 - 3 - 7	4,75	85			90				
	2)	2 - 3 - 8 - 3	4,00	2 - 8 - 8 - 5	5,75	69			100				
	3)	7 - 4 -10 - 4	6,25	5 - 4 -10 -10	7,25	83			96				
4. ...	4)	2 - 3 - 3 - 3	2,75	2 - 4 - 3 - 5	3,50	57	69	±15,0	73	92	±18,9	2,120	10
	5)	7 - 7 -11 - 7	8,00	12 -16 -14 -12	13,50	72			122				
	6)	4 - 4 - 4 - 1	3,25	3 - 6 - 5 - 6	5,00	46			71				

TABLA XI

(Fig. 11)

H = 5650 $\bar{\theta}_R$ = 34,1 °C $\bar{\theta}_P$ = 35,5 °C d = 2

Primer grupo de experimentos (seis experimentos tomados de este grupo). (Treinta tubos R y treinta tubos P).

(Los números 1 en las cuatro horas indican una serie de cultivos; los 2, otra serie; los 3, otra, etc. $\bar{\bar{N}}$ °/₀ resulta de promediar $\bar{N}$ °/₀.)

t h	Tubos de				Indices estadísticos							
	Referencia n_p	$\bar{n}_R$	Prueba n_p	$\bar{n}_P$	$\bar{N}_R$ %	$\bar{\bar{N}}_R$ %	s	$\bar{N}_P$ %	$\bar{\bar{N}}_P$ %	s	t	p %
	1) 8 - 5 - 4 - 4	5,25	8 - 5 - 4 - 4	5,25								
	2) 6 - 8 - 5 - 4	5,75	6 - 8 - 5 - 4	5,75								
	3) 3 - 9 -10 - 8	7,50	3 - 9 -10 - 8	7,50								
0.....	4) 3 - 6 - 4 - 6	4,75	3 - 6 - 4 - 6	4,75	100			100				
	5) 10 -12 -12 -10	11,00	10 -12 -12 -10	11,00								
	6) 4 - 5 -11 - 8	7,00	4 - 5 -11 - 8	7,00								
	1) 7 - 1 - 4 - 6	4,50	4 - 2 - 7 - 3	4,00	85			77				
	2) 1 - 2 - 6 - [illegible]	3,[illegible]	8 - 7 - 5 - 5	6,25	60			108				
	3) 5 - 5 - 1 - [illegible]	4,00	3 - 8 - 2 - 8	[illegible],25	52			70				
1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4,00	36	[illegible]	[illegible]	63	84	±21,7	1,216	30
	[illegible] 11 20 12 12	11,2[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]				
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]				
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	67			[illegible]				
	[illegible] 1 - 2 [illegible]	[illegible]	[illegible] 5 - 8 - 1	5,7[illegible]	[illegible]			100				
	[illegible] 2 - 10 [illegible]	[illegible]	1 - 8 - 1 - 6	6,50	70			[illegible]				
2.....	4) 2 - 1 - 6 - 5	3,50	3 - 4 - 4 - 1	3,00	72	66	±20,4	63	84	±13,7	1,629	20
	5) 12 - 5 - 5 -10	8,00	7 - 8 - 7 - 9	7,75	96			93				
	6) 7 - 4 - 4 - 3	4,50	5 - 4 - 7 - 7	5,75	64			82				
	1) 3 - 3 - 5 - 8	4,75	3 - 4 - 5 - 8	5,00	90			95				
	2) 3 - 5 - 3 - 8	4,75	3 - 4 - 3 - 3	3,25	81			56				
	3) 4 - 3 - 4 - 3	3,50	5 - 9 - 4 - 6	6,00	46			80				
3.....	4) 6 - 2 - 4 - 6	4,25	6 - 6 - 6 - 6	6,00	85	69	±25,3	126	88	±25,8	1,171	30
	5) 7 -15 - 8 - 6	9,00	9 -10 -14 -14	11,75	81			106				
	6) 6 - 1 - 2 - 1	2,50	5 - 4 - 6 - 4	4,75	28			67				
	1) 4 - 7 - 2 - 5	4,50	3 - 6 - 3 - 7	4,75	85			90				
	2) 2 - 3 - 8 - 3	4,00	2 - 8 - 8 - 5	5,75	69			100				
	3) 7 - 4 -10 - 4	6,25	5 - 4 -10 -10	7,25	83			96				
4.....	4) 2 - 3 - 3 - 3	2,75	2 - 4 - 3 - 5	3,50	57	69	±15,0	73	92	±18,9	2,120	10
	5) 7 - 7 -11 - 7	8,00	12 -16 -14 -12	13,50	72			122				
	6) 4 - 4 - [illegible] - 1	3,25	3 - 6 - 5 - 6	5,00	46			71				

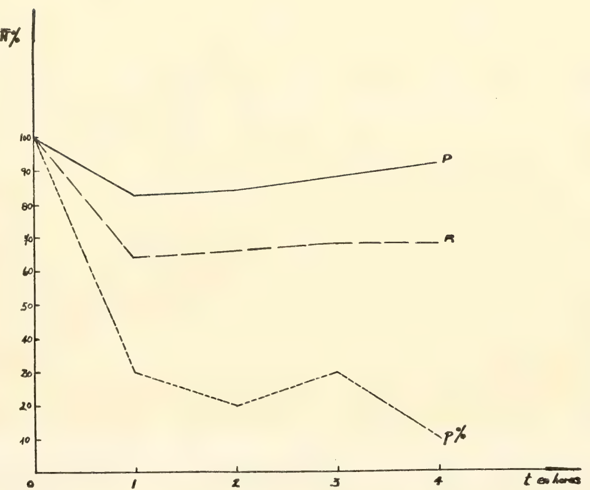


Figura 11 (Tabla XI)

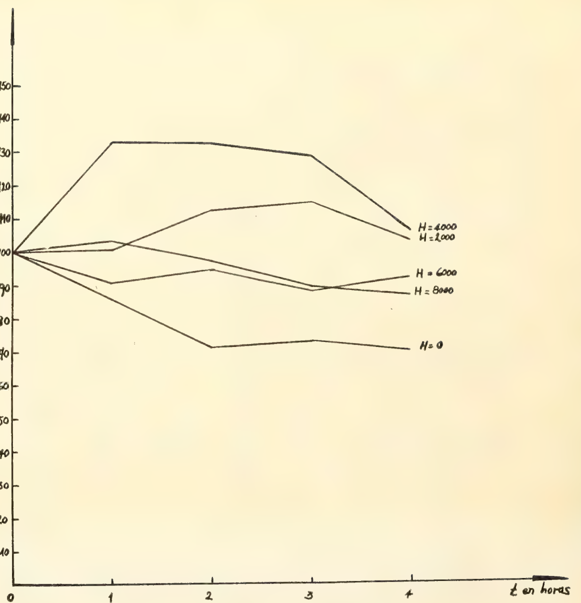


Figura 12 (Tabla XII)

$\bar{\theta}$ = 24,8° C d = 2

H [œ] / t [h]	n	8.000 n	$\bar{n}$	$\bar{N}$ %
	1) 31 - 36 -	1) 97 - 96 -100 - 99	98,0	
	2) 64 - 61 -	2) 33 - 62 - 42 - 41	44,5	
	3) 64 - 61 -	3) 33 - 62 - 42 - 41	44,5	
0.......	4) 109 -118 -	4) 63 - 63 - 62 - 55	60,7	100
	5) 92 -119 -	5) 65 - 59 - 61 - 58	60,7	
	6) 100 - 96 -			
	7) 100 - 96 -			
	1) 31 - 36 -	1) 82 - 96 - 88 -109	93,7	95
	2) 59 - 58 -	2) 53 - 64 - 50 - 40	51,7	116
	3) 62 - 57 -	3) 47 - 51 - 53 - 55	51,5	113
1.......	4) 73 - 73 -	4) 54 - 65 - 47 - 33	49,7	81
	5) 72 - 90 -	5) 64 - 63 - 76 - 77	70,0	115
	6) 84 - 68 -			
	7) 69 - 78 -			
	$\bar{\bar{N}}$ %=86 s=0	$\bar{\bar{N}}$ %=104 s=±15,5	t=1,8	p %=20
	1) 23 - 30 -	1) 109 - 98 -104 -109	105,0	106
	2) 63 - 52 -	2) 49 - 42 - 49 - 52	48,0	107
	3) 37 - 49 -	3) 39 - 46 - 37 - 48	42,5	95
2.......	4) 70 - 68 -	4) 71 - 56 - 59 - 60	61,5	101
	5) 67 - 72 -	5) 47 - 51 - 56 - 49	50,7	83
	6) 86 - 78 -			
	7) 69 - 59 -			
	$\bar{\bar{N}}$ %=72 s=	$\bar{\bar{N}}$ %=98 s=±9,9	t=3,9	p %=1
	1) 23 - 18 -	1) 79 -107 -108 -109	100,0	102
	2) 66 - 63 -	2) 45 - 45 - 50 - 49	47,2	106
	3) 46 - 52 -	3) 49 - 37 - 33 - 34	38,2	85
3.......	4) 72 - 70 -	4) 48 - 50 - 55 - 41	48,5	79
	5) 68 - 70 -	5) 45 - 48 - 56 - 45	48,5	79
	6) 59 - 80 -			
	7) 88 - 85 -			
	$\bar{\bar{N}}$ %=74 s=0	$\bar{\bar{N}}$ %=90 s=±12,9	t=1,9	p %=10
	1) 23 - 21 -	1) 90 - 89 - 87 -105	92,7	94
	2) 33 - 39 -	2) 41 - 46 - 36 - 42	41,2	92
	3) 29 - 49 -	3) 32 - 36 - 35 - 38	35,2	79
4.......	4) 56 - 67 -	4) 60 - 47 - 56 - 52	53,7	88
	5) 63 - 65 -	5) 59 - 49 - 55 - 50	53,7	88
	6) 91 - 85 -			
	7) 81 - 91 -			
	$\bar{\bar{N}}$ %=71 s=5	$\bar{\bar{N}}$ %=88 s=±3,8	t=2,7	p %=5

Nota. — Para cada in

$\bar{\bar{N}}$ % resulta de pron

TABLA XII

Segundo grupo de experimentos

(Treinta y cinco tubos en 0 y veinticinco en cada uno de lo restantes valores de campo)

24,8° C d = 2

0

n	n̄	N̄ %
1) 31 - 36 - 28 - 27	30,5	
2) 64 - 61 - 65 - 69	62,2	
3) 64 - 61 - 65 - 69	62,2	
4) 109 -118 -109 -113	112,5	100
5) 92 -119 - 96 -126	107,0	
6) 100 - 96 - 92 - 96	96,0	
7) 100 - 96 - 92 - 96	96,0	
1) 31 - 36 - 28 - 29	31,0	101
2) 59 - 58 - 68 - 75	65,0	104
3) 62 - 57 - 60 - 69	62,0	99
4) 73 - 73 - 78 - 70	73,5	65
5) 72 - 90 - 73 - 77	78,0	72
6) 84 - 68 - 96 - 82	82,5	85
7) 69 - 78 - 74 - 73	73,5	76
$\bar{\bar{N}}$ % = 86 s = ±15,6		
1) 23 - 30 - 26 - 23	25,5	83
2) 63 - 52 - 53 - 45	53,2	85
3) 37 - 49 - 29 - 31	36,5	58
4) 70 - 68 - 72 - 78	72,2	64
5) 67 - 72 - 70 - 71	70,0	65
6) 86 - 78 - 68 - 77	77,2	80
7) 69 - 59 - 77 - 64	67,2	70
$\bar{\bar{N}}$ % = 72 s = ±10,5		
1) 23 - 18 - 20 - 18	19,5	63
2) 66 - 63 - 46 - 57	58,0	93
3) 46 - 52 - 39 - 49	46,5	74
4) 72 - 70 - 69 - 71	70,5	62
5) 68 - 70 - 69 - 69	69,0	64
6) 59 - 80 - 77 - 66	70,5	73
7) 88 - 85 - 79 - 91	85,7	89
$\bar{\bar{N}}$ % = 74 s = ±12,6		
1) 23 - 21 - 25 - 26	23,5	77
2) 33 - 39 - 43 - 39	38,5	61
3) 29 - 49 - 37 - 37	38,0	61
4) 56 - 67 - 70 - 75	67,0	58
5) 63 - 65 - 70 - 72	67,5	63
6) 91 - 85 - 84 - 95	88,7	92
7) 81 - 91 - 75 - 80	81,7	85
$\bar{\bar{N}}$ % = 71 s = ±13,6		

2.000

n	n̄	N̄ %
1) 43 - 32 - 43 - 42	40,0	
2) 100 -101 - 87 - 87	93,7	
3) 107 -116 -118 -113	113,5	
4) 50 - 45 - 38 - 40	43,2	100
5) 50 - 45 - 38 - 40	43,2	
1) 40 - 40 - 45 - 49	43,5	108
2) 91 - 93 - 73 - 95	88,0	93
3) 91 - 82 - 94 - 82	87,2	76
4) 54 - 44 - 40 - 47	46,2	106
5) 37 - 71 - 48 - 55	52,7	122
$\bar{\bar{N}}$ % = 101 s = ±17,3	t = 1,4	p % = 20
1) 62 - 58 - 37 - 51	52,0	130
2) 87 -100 -113 -105	101,2	108
3) 89 - 97 - 84 - 89	89,7	79
4) 45 - 60 - 63 - 57	56,2	130
5) 52 - 51 - 57 - 44	51,0	118
$\bar{\bar{N}}$ % = 113 s = ±21,1	t = 3,9	p % = 1
1) 36 - 58 - 61 - 55	52,5	131
2) 91 - 91 - 97 - 86	92,0	98
3) 99 - 95 - 93 -113	100,0	88
4) 68 - 56 - 64 - 55	60,7	140
5) 56 - 50 - 42 - 56	51,0	118
$\bar{\bar{N}}$ % = 115 s = ±19,5	t = 4,6	p % = 1
1) 29 - 28 - 59 - 30	36,5	91
2) 95 -103 - 93 -123	103,6	110
3) 103 -112 -125 -138	119,5	105
4) 49 - 52 - 50 - 53	51,0	118
5) 50 - 46 - 38 - 33	41,7	96
$\bar{\bar{N}}$ % = 104 s = ±10,8	t = 4,1	p % = 1

4.000

n	n̄	N̄ %
1) 66 - 79 - 75 - 63	70,7	
2) 51 - 57 - 42 - 44	48,5	
3) 51 - 57 - 42 - 44	48,5	
4) 28 - 26 - 29 - 20	25,7	100
5) 28 - 26 - 29 - 20	25,7	
1) 65 - 66 - 69 - 72	68,0	96
2) 30 - 50 - 46 - 52	44,5	91
3) 52 - 42 - 35 - 33	40,5	83
4) 39 - 55 - 43 - 49	46,5	180
5) 51 - 62 - 55 - 52	55,0	214
$\bar{\bar{N}}$ % = 133 s = ±60	t 2,36	p % = 5
1) 79 - 98 - 93 - 72	85,5	120
2) 35 - 34 - 46 - 44	39,7	81
3) 41 - 30 - 37 - 39	36,7	75
4) 47 - 46 - 52 - 66	52,7	205
5) 45 - 40 - 50 - 57	48,0	186
$\bar{\bar{N}}$ % = 133 s = ±60,0	t = 2,4	p % = 5
1) 77 - 96 - 92 - 90	88,7	125
2) 39 - 48 - 43 - 40	42,5	87
3) 45 - 44 - 49 - 39	44,2	91
4) 44 - 51 - 41 - 34	43,2	168
5) 38 - 46 - 48 - 48	45,0	175
$\bar{\bar{N}}$ % = 129 s = ±41,0	t = 3,2	p % = 2
1) 66 - 66 - 54 - 78	66,0	93
2) 30 - 36 - 37 - 52	38,7	79
3) 35 - 37 - 33 - 33	34,5	71
4) 31 - 43 - 39 - 46	39,7	154
5) 38 - 39 - 28 - 29	33,5	130
$\bar{\bar{N}}$ % = 105 s = ±36,0	t = 1,9	p % = 10

6.000

n	n̄	N̄ %
1) 66 - 46 - 68 - 65	58,7	
2) 82 - 94 -100 - 77	89,0	
3) 75 - 73 - 85 - 85	79,5	
4) 29 - 40 - 43 - 35	36,7	100
5) 29 - 40 - 43 35	36,7	
1) 40 - 66 - 57 - 45	52,0	80
2) 86 - 88 - 91 - 61	81,5	91
3) 66 - 96 -102 - 76	85,0	106
4) 33 - 32 - 47 - 34	36,5	99
5) 33 - 31 - 26 - 27	29,2	79
$\bar{\bar{N}}$ % = 91 s = ±11,8	t = 0,6	p % = 60
1) 55 - 59 - 45 - 58	54,2	83
2) 74 - 75 - 87 - 77	78,2	87
3) 110 - 97 -106 -104	104,2	131
4) 34 - 33 - 41 - 36	36,0	97
5) 32 - 24 - 26 - 31	28,2	76
$\bar{\bar{N}}$ % = 95 s = ±21,5	t = 2,2	p % = 5
1) 59 - 53 - 47 - 59	52,0	80
2) 102 - 89 - 98 - 98	96,7	108
3) 103 - 87 - 90 - 77	89,2	112
4) 18 - 26 - 35 - 23	25,5	69
5) 29 - 30 - 32 - 21	28,0	76
N % = 89 s = ±19,6	t = 1,5	p % = 20
1) 55 - 61 - 65 - 56	59,2	100
2) Desperfecto	—	—
3) instrumental	—	—
4) 37 - 38 - 35 - 32	35,5	96
5) 27 - 33 - 37 - 27	31,0	84
$\bar{\bar{N}}$ % = 93 s = ±8,3	t = 2,3	p % = 5

8.000

n	n̄	N̄ %
1) 97 - 96 -100 - 99	98,0	
2) 33 - 62 - 42 - 41	44,5	
3) 33 - 62 - 42 - 41	44,5	
4) 63 - 63 - 62 - 55	60,7	100
5) 65 - 59 - 61 - 58	60,7	
1) 82 - 96 - 88 -109	93,7	95
2) 53 - 64 - 50 - 40	51,7	116
3) 47 - 51 - 53 - 55	51,5	113
4) 54 - 65 - 47 - 33	49,7	81
5) 64 - 63 - 76 - 77	70,0	115
$\bar{\bar{N}}$ % = 104 s = ±15,5	t = 1,8	p % = 20
1) 109 - 98 -104 -109	105,0	106
2) 49 - 42 - 49 - 52	48,0	107
3) 39 - 46 - 37 - 48	42,5	95
4) 71 - 56 - 59 - 60	61,5	101
5) 47 - 51 - 56 - 49	50,7	83
$\bar{\bar{N}}$ % = 98 s = ±9,9	t = 3,9	p % = 1
1) 79 -107 -108 -109	100,0	102
2) 45 - 45 - 50 - 49	47,2	106
3) 49 - 37 - 33 - 34	38,2	85
4) 48 - 50 - 55 - 41	48,5	79
5) 45 - 48 - 56 - 45	48,5	79
$\bar{\bar{N}}$ % = 90 s = ±12,9	t = 1,9	p % = 10
1) 90 - 89 - 87 -105	92,7	94
2) 41 - 46 - 36 - 42	41,2	92
3) 32 - 36 - 35 - 38	35,2	79
4) 60 - 47 - 56 - 52	53,7	88
5) 59 - 49 - 55 - 50	53,7	88
$\bar{\bar{N}}$ % = 88 s = ±3,8	t = 2,7	p % = 5

Nota. — Para cada intensidad de campo los números 1 en las cuatro horas indican una serie de cultivos; los 2, otra serie; los 3, otra; etc.

$\bar{\bar{N}}$ %, resulta de promediar los N̄ %.

que en los cultivos sin campo magnético; y, además, que alrededor de 4.000 oersteds presentan diferencias más grandes de dicho número con respecto a cultivos sin campo magnético.

ANALISIS ESTADISTICO

Para seis experimentos aceptablemente homogéneos y comparables del Primer Grupo hemos calculado los promedios ($\bar{N}$ %, $\bar{\bar{N}}$ %). la desviación normal (s), el índice de Student (t) y el nivel de probabilidad (p %) (Crámer, 1960), con respecto a los cultivos mantenidos en estufa o termostato (Tabla XI); y en el Segundo Grupo de Experimentos estos mismos cálculos se realizaron para cada intensidad de campo respecto a cultivos puestos en el entrehierro sin campo magnético. (Tabla XII).

Aunque bien conocidas, consignamos las fórmulas estadísticas usadas:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma (N_i - \bar{N})^2}{n - 1}} \qquad (1)$$

$$t = (\bar{N}_R - \bar{N}_P) \sqrt{\frac{n_R \, n_p \, (n_R + n_p - 2)}{(n_R + n_p) \, (n_R \, s_R^2 + n_p \, s_p^2)}} \qquad (2)$$

p % se busca en la correspondiente tabla (Fisher y Yates, 1957; Crámer, 1960) en función de t y del grado de libertad ($n_R + n_p - 2$).

Para ahorrar espacio no hemos consignado en cada caso el error probable (e_p aproximadamente $\frac{2}{3}$ s) ni el error probable relativo [$e_r = (e_p/\bar{N}) \times 100$], aunque han sido calculados cada vez, cosa que el lector puede rehacer si la necesita.

La tabla XI y la figura 11 muestran que el nivel de probabilidad mejora desde la primera a la cuarta hora de aplicación del campo magnético (desde p = 30 % hasta p = 10 %).

Vale decir, la conclusión que se sacó del Primer Grupo, teniendo en cuenta las primeros tanteos y el análisis estadístico de los seis experimentos seleccionados por su comparabilidad, o sea, que los cultivos de macrófagos bajo campo magnético contienen mayor número de células viables, parece expresar un efecto plausiblemente cierto. Esto se confirma en el Segundo Grupo de Experimentos a un nivel de probabilidad que va de $\bar{p}$ = 30 % para la primera hora a $\bar{p}$ = 5 % para la última hora (fig. 15).

TABLA XIII

Resumen de seis experimentos del primer grupo

(Ver tabla XI)

$\theta \simeq 35°$ C H = 5.650 œrsteds

t [h]	Cultivos de: Referencia (sin campo) $n_R=6$ $\bar{N}_R$ °/₀	Cultivos de: Prueba (con campo) $n_P=6$ $\bar{N}_P$ °/₀	Diferencia absoluta Δ	Diferencia relativa $\Delta °/_0 = \frac{\Delta}{\bar{N}_R} \times 100$	t (Student)	p °/₀
0	100	100	0	0	—	—
1	64	83	+19	+29 °/₀	1,216	30
2	66	84	+18	+27 °/₀	1,629	20
3	69	88	+19	+27 °/₀	1,171	30
4	69	92	+23	+33 °/₀	2,120	10

n : Número de cultivos
R : Referencia (sin campo)
P : Prueba (con campo)
$n_R + n_P - 2$: Grados de libertad
t [h] : Tiempo en horas

TABLA XIV

Resumen del segundo grupo de experimentos

(Véase tabla XII y figs. 12, 13, 14 y 15)

$\bar{\theta} \simeq 25°$ C

H [œ] / t [h]	0 $n_R = 7$ $\bar{N}_R$ %	2.000 $n_P = 5$ $\bar{N}_P$ %	4.000 $n_P = 5$ $\bar{N}_P$ %	6.000 $n_P = 5$ $\bar{N}_P$ %	8.000 $n_P = 5$ $\bar{N}_P$ %
0......	100	100	100	100	100
1......	86	101 Δ=15 Δ %=17 t=1,425 p=20 %	133 Δ=47 Δ %=54 t=1,710 p=20 %	91 Δ=5 Δ %=5 t=0,550 p=60 %	104 Δ=18 Δ %=20 t=1,500 p=20 %
2......	72	113 Δ=41 Δ %=56 t=3,890 p=1 %	133 Δ=61 Δ %=84 t=2,360 p=5 %	95 Δ=23 Δ %=31 t=2,220 p=5 %	98 Δ=26 Δ %=36 t=3,940 p=1 %
3......	74	115 Δ=41 Δ %=55 t=4,560 p=1 %	129 Δ=55 Δ %=74 t=3,150 p=2 %	89 Δ=15 Δ %=20 t=1,470 p=20 %	90 Δ=16 Δ %=21 t=1,960 p=10 %
4......	71	104 Δ=33 Δ %=46 t=4,110 p=1 %	105 Δ=34 Δ %=47 t=1,860 p=10 %	93 Δ=22 Δ %=30 t=2,330 p=5 %	88 Δ=17 Δ %=23 t=2,690 p=5 %

H [œ] : Campo magnético en œrsteds
t [h] : Tiempo en horas
n : Número de cultivos
R : Referencia
P : Prueba

Δ : Diferencia absoluta
Δ % : Diferencia relativa
$n_R + n_P - 2$: Grados de libertad
t : t de Student
p : Nivel de probabilidad

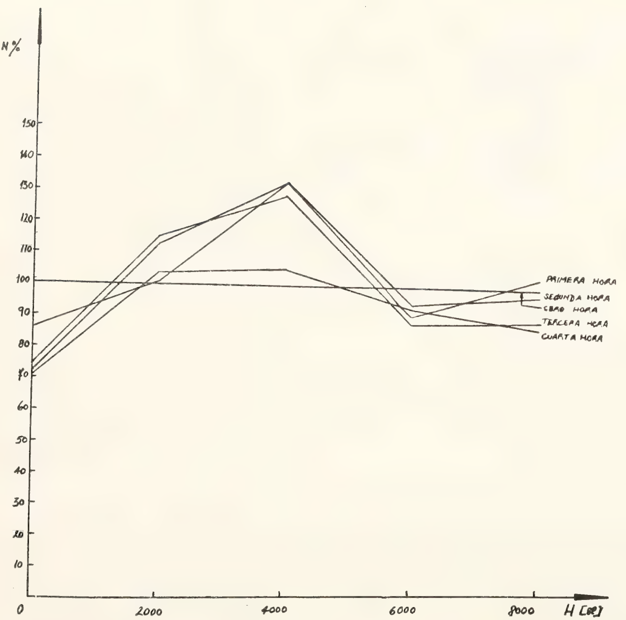


Figura 13 (Tabla XIII)

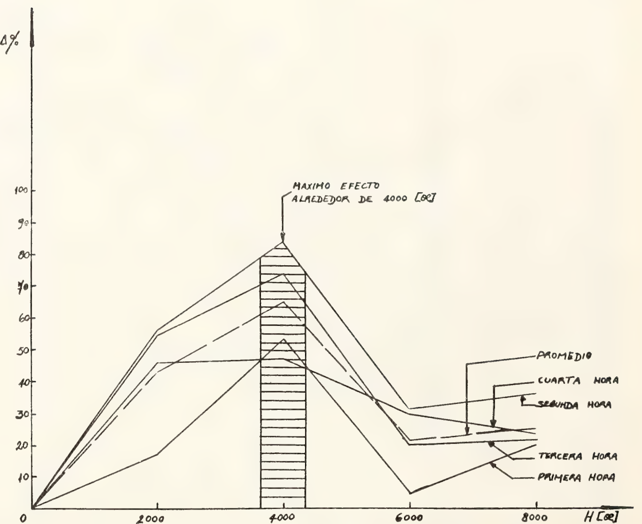


Figura 14 (Tabla XIV)

En el Segundo Grupo de Experimentos hemos tabulado los resultados en función de la intensidad de campo (tabla XIV y figuras 13 y 14). Es evidente que *hay un máximo efecto* alreredor de 4.000 oersteds.

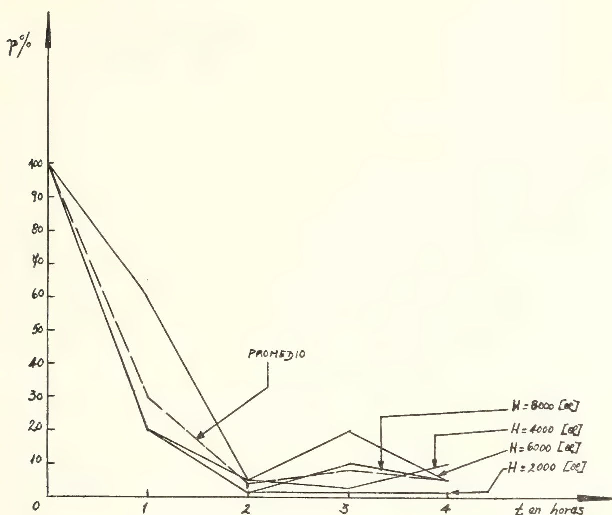


Figura 15 (Tabla XV)

Finalmente, la figura 15 expresa la significación estadística (nivel de probabilidad p %) de las diferencias entre el número de macrófagos de los cultivos de prueba respecto a los cultivos de campo nulo para cada intensidad de campo en función de las horas de aplicación. El resultado es que la significación crece al aumentar el tiempo durante el cual los cultivos han estado bajo la acción del campo magnético.

POSIBLES INTERPRETACIONES

Deseamos decir brevemente aquí cómo sería posible, en nuestra opinión, interpretar resultados por ahora.

Tengamos en cuenta que, una vez preparado el cultivo, una parte de los macrófagos muere, y otra sobrevive y se reproduce.

Bajo campo magnético el número de macrófagos viables es mayor que sin campo magnético. Esto induce a aplicar alguna de las siguientes interpretaciones:

—en campo magnético la mortalidad es menor y la reproducción es igual que sin campo; o

—la mortalidad es igual y la reproducción es mayor; o

—la mortalidad es menor y la reproducción es mayor.

El resultado del contaje expresaría la convergencia de esas posibles componentes.

Es necesario observar que una mayor reproducción implicaría un tiempo de generación inferior a cuatro horas, pues ésta es la duración de cada uno de nuestros experimentos. Se sabe, sin embargo, que este tipo de células puede tener tiempos de generación de diez horas (Mims. 1964). Suponemos que el macrófago (de cobayo, en nuestro caso) *in vitro*, por lo tanto en condiciones de vida muy diferentes de las que tiene en la cavidad peritoneal, acorta su tiempo de generación.

Desde un punto de vista puramente biológico, cabe pensar en una *acción irritativa* del campo magnético.

La disminución del efecto, y la tendencia a la igualación de valores con 8.000 oersteds, sugiere la idea de un estímulo metabólico muy intenso con acumulación de metabolitos tóxicos, los cuales lesionarían a los macrófagos; o de un estímulo metabólico con agotamiento de factores esenciales; o de una acción magnética lesiva directa (tóxica).

Al nivel molecular cabrían hipótesis en las siguientes direcciones: el campo magnético frena las reacciones catabólicas y estimula las reacciones anabólicas; o sólo opera en unas u otras. Una menor mortalidad dependería de dicho frenamiento y una mayor reproducción dependería de dicha estimulación. El denominador común del frenamiento y de la estimulación sería la acción que el campo magnético tiene sobre la cinética de los radicales libres, que son paramagnéticos y aparecen como complejos intermediarios en el sistema metabólico encimático.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Antes de formular conclusiones es conveniente discutir algunos puntos de este trabajo.

Los cultivos han sido seguidos solamente durante cuatro horas. Se ampliaría el conocimiento de este tema si se prosiguieran los experimentos durante períodos más largos.

La técnica usada para contar los macrófagos no es tan precisa como se desearía. Sin embargo, el error relativo ha sido del orden del 20 %.

Algunos experimentos iniciales dieron resultados irregulares y contradictorios entre sí, pero hay que tener en cuenta que las condiciones experimentales no habían sido debidamente ajustadas. Una vez que se las mejoró (parte del Primer Grupo y todo el Segundo Grupo), los resultados mostraron la misma tendencia. Si se relaciona el número de experimentos (ocho en total, y que están entre los primeros ensayos) que dieron resultados dudosos u opuestos a los de la mayoría, con el total de experimentos, se tiene 20 %, aproximadamente. Por lo tanto, el 80 % de los experimentos dieron resultados en el sentido de que *la estimulación aparente del cultivo no puede deberse al azar sino al campo magnético.* Esto se afianza como un hecho por la prueba de Student aplicada a seis experimentos del Primer Grupo y a todos los del Segundo Grupo. Se tiene, además, que el nivel de probabilidades (p %) mejora (es decir, se reduce), a medida que aumenta el número de horas de aplicación (fig. 15).

Los valores tienden a asemejarse en la cuarta hora. ¿Es transitorio el efecto del campo?

Las concentraciones iniciales de macrófagos han sido diferentes (84.375; 130.000; 300.000; 1.920.000; 1.214.000; etc. macrófagos por centímetro cúbico). No sabemos si este hecho influye sobre la dinámica del cultivo.

Hemos realizado el examen citológico de los macrófagos sin haber sido sometidos y después de haberlos expuestos al campo magnético. La información recogida de ese examen nos permite afirmar que la viabilidad del material biológico y la actividad mitótica son muy buenas.

Los resultados de esta investigación sugieren un estudio aná-

logo de otras estirpes celulares. Ello ampliaría el conocimiento de las respuestas celulares al campo magnético.

El efecto inhibitorio del campo magnético observado en animales íntegros y en cultivos de otros tipos de células y la acción estimulante sobre los cultivos de macrófagos inducen a pensar que la respuesta de un determinado material biológico depende de una susceptibilidad celular específica y del hecho de que aquél se halle en su medio natural (animal íntegro) o se halle fuera de éste *(in vitro)*.

Podemos formular las siguientes conclusiones:

1. Cultivos de macrófagos de cobayo bajo campos magnéticos estáticos homogéneos hasta de 8.000 oersteds presentan un mayor número de macrófagos viables con respecto a cultivos sin campo magnético.

2. Las diferencias en el número de macrófagos son mayores alrededor de los 4.000 oersteds.

3. Cabe pensar que el campo magnético modifica la dinámica del cultivo a través de cambios en la mortalidad y la reproducción celular debidos a modificaciones de las reacciones metabólicas enzimáticas. Esos cambios tendrían lugar sólo en la mortalidad o la reproducción o en ambos simultáneamente.

4. La aparición de un efecto mayor para especiales valores de intensidad de campo requiere un análisis teórico particular.

Agradecemos a la estudiante de Química, Srta. H. Marta Vidal su colaboración en parte de los cálculos estadísticos. y al estudiante de Ingeniería, Sr. Leonardo Valentinuzzi, la ejecución de los dibujos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bloom, W. y D. W. Fawcett, 1964. Tratado de Histología. Labor. Buenos Aires. Montevideo.

Crámer, H., 1960. Elementos de la Teoría de Probabilidades y Algunas de sus Aplicaciones. Aguilar. Madrid.

Fisher, R. A. and F. Yates, 1957. Stadistical Tables. Oliver and Boyd. London.

Gross, L., 1963. Influence of magnetic fields on production of antibody. *Biomedical Sciences Instrumentation*, 1, pp. 137-142.

Melnick, J. L., 1956. Tissue Cultures Methods for the Cultivation of Poliomyelitis and Other Viruses in *Diagnostic Procedures for Virus and Rickettisiae Diseases*, pp. 97-152. Second Edition. American Public Health Association. New York.

Mims, C. A., 1964. The peritoneal macrophages of mice. *The British Journal of Experimental Pathology*, *45*, pp. 37-43.

Mulay, I. L. and L. N. Mulay, 1964. Effect on *Drosophila melanogaster* and S-37 Tumor Cells. Postulate for Magnetic Field Interactions in *Biological Effects of Magnetic Fields*. Editor: M. F. Barnothy. Plenum Press. New York.

Rowley, D., 1962. Advance in Immunology. Vol. 2, pp. 241-264. Editors: F. J. Dixon and J. H. Humphrey. Academic Press. New York-London.

SERIE I: CIENCIAS
Número 2

SOBRE LAS FLUCTUACIONES DE TENSION PRODUCIDAS POR RESISTENCIAS

POR P. KITTL [1]

RESUMEN

Se discute los dos métodos fundamentales para demostrar el teorema de Ny- discussed, paying special attention to the microscopic study. A form developed in a previous work is used.

ABSTRACT

The two fundamental methods to demostrate Nyquist - Johnson's theorem are discussed, paying special attention to the microscopic study. A form developed in a previous work is used.

1) *Transmisión de una señal cualquiera a través de un cuadripolo*

Supongamos que tenemos un cuadripolo (fig. 1) y que esté definido en forma funcional,

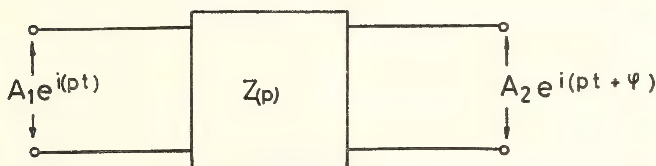


Figura 1

[1] **Laboratorio de Microscopía Electrónica del Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales (I.D.I.E.M.) de la Universidad de Chile, Casilla n° 1420, Santiago, Chile.**

Recibido el 30 de julio de 1965.

por lo tanto, si introducimos a la entrada una señal $e_1 = A_1 e^{ipt}$ tendremos a la salida una señal $e_2 = A_2\, e^{i(pt+\varphi)}$ se entiende que la impedancia $Z(p)$ es lineal. La impedancia de transferencia $Z(p)$ se define como:

$$Z(p) = \frac{A_2}{A_1}\, e^{i\varphi} \tag{1,1}$$

Definida en esta forma operacional la impedancia sea $e_1(t)$ una función arbitraria puesta a la entrada y $e_2(t)$ la función que se tiene a la salida, las dos se pueden expresar como integrales de Fourier (1):

$$\left.\begin{aligned} e_1(t) &= \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{ipt}\, E_1(p)\, dp \\ e_2(t) &= \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{ipt}\, E_2(p)\, dp \end{aligned}\right\} \tag{2,1}$$

De acuerdo a (1,1) se tiene que la impedancia de transferencia será:

$$E_2(p) = E_1(p)\, Z(p) \tag{3,1}$$

lo que reemplazado en (2,1) da:

$$e_2(t) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{ipt}\, E_1(p)\, Z(p)\, dp \tag{4,1}$$

Para el caso de transferencia de ruido, lo que importa es la integral en el tiempo del cuadrado de la tensión:

$$\overline{e_2^2} = \int_{-\infty}^{+\infty} e_2^2(t)\, dt,$$

pero recordando el teorema de Plancherel - Parseval (1) se tiene:

$$\overline{e_2^2} = \frac{1}{\pi}\int_{0}^{+\infty} |E_1(p)|^2\, |Z(p)|^2\, dp \tag{5,1}$$

En el caso de una resistencia ruidosa se puede presentar que entre la resistencia de entrada y la impedancia hay un amplifica-

dor A *(p)* (fig. 2) de impedancia de entrada infinita y de impedancia de salida nula.

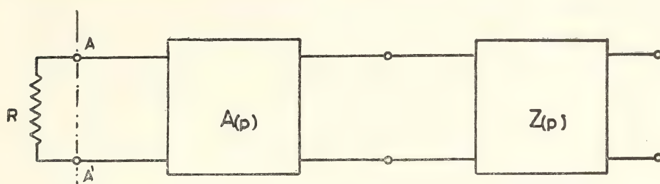


Figura 2

Este problema no tiene dificultad y por lo tanto, nos interesa únicamente lo que sucede a la izquierda del corte AA'.

2) *Ruido producido por una resistencia de acuerdo al método de transmisión de línea de Nyquist.*

La demostración se desarrolla de acuerdo a Nyquist (2) y una forma actual de la deducción se encuentra en Bell (3). Supongamos que tenemos una línea de transmisión a circuito abierto y sin carga a lo largo de la cual las ondas electromagnéticas se pueden propagar con una velocidad u. Luego las ondas estacionarias pueden mantenerse toda vez que tengan un número entero k de semilongitudes de onda:

$$k \frac{\lambda}{2} = l \qquad (1,2)$$

donde l es la longitud de la línea.

La longitud de onda λ es:

$$\lambda = u \,.\, \tau \qquad (2,2)$$

donde u es la velocidad y τ el tiempo que tarda en recorrer esa longitud. Entonces se tiene:

$$k = \frac{2\,l}{\lambda} = \frac{2\,l}{u\,.\,\tau} = \frac{2\,l}{u} \cdot f, \qquad (3,2)$$

donde f es la frecuencia. Por lo tanto el número de ondas en el rango df es:

$$dk = \frac{2\,l}{u} \cdot df \qquad (4,2)$$

Nyquist identifica estos modos de oscilación con grados de libertad, lo que se puede justificar como sigue. Si existen únicamente esos modos de oscilación, los datos necesarios y suficientes para describir el estado eléctrico de la línea son las variables asociadas con esas oscilaciones posibles. Aquí nos apartamos del camino seguido por Nyquist y seguimos a Bell. El próximo paso es suponer conectadas en los extremos de la línea, que suponemos de impedancia Z, dos resistencias R y R'. Luego haciendo R/Z → o nos acercamos tanto como queremos a un circuito abierto.

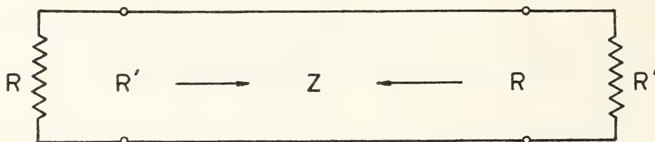


Figura 3

Veamos ahora cuál es el flujo de energía en la línea. Dividimos cada onda estacionaria en dos pares de ondas de sentido opuesto, y puesto que la energía cinética es ½ kT por grado de libertad se tiene:

$$U_I = \tfrac{1}{2}\,(2 \,.\, \tfrac{1}{2}\,kT) \cdot \frac{2l}{u} \cdot df = \frac{kTl}{u}\,df \qquad (5,2)$$

Esta energía está distribuida en toda la línea y la potencia que cruza en cada punto en una dirección es el producto de la energía por unidad de línea por la velocidad:

$$P_I = \frac{U_I}{l} \cdot u = k\,T\,d\,f \qquad (6,2)$$

Cuando llega al final de la línea que termina en R', tiene un coeficiente de reflexión $\Lambda = Z - R/Z + R$. La fracción de potencia reflejada es Λ^2, puesto que la potencia es proporcional al cuadrado de la amplitud y la potencia reflejada hacia E debe ser el complemento $1 - \Lambda^2$. Esto es:

$$1 - \Lambda^2 = 1 - \left(\frac{Z - R}{Z + R}\right)^2 = \frac{4\,RZ}{(Z + R)^2} \qquad (7,2)$$

Para encontrar la potencia P_R liberada en la línea desde R tenemos una situación como la de la figura 4, donde V es el generador

equivalente para las fluctuaciones de voltaje que están efectivamente por comprobación experimental.

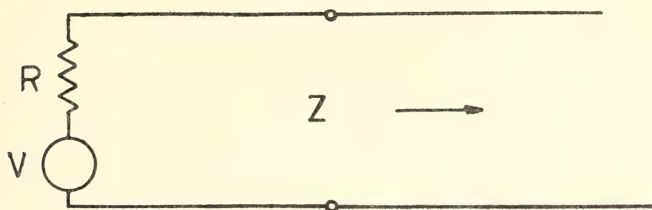


Figura 4

El generador V libera ahora una corriente:

$$i = \frac{V}{Z + R} \tag{8,2}$$

pero en equilibrio térmico P_R debe ser igual a la potencia P_1 $(1 - A^2)$ que libera la línea en la resistencia, así que:

$$\frac{V^2 Z}{(Z + R)^2} = \frac{4 R Z k T}{(Z + R)^2} df \tag{9,2}$$

Por lo tanto:

$$\overline{V^2} = 4 k R T \; df \tag{10,2}$$

que es la fórmula de Nyquist. Usando la fórmula (5,1) se tiene:

$$\overline{e_2^2} = 4 R k T \int_0^\infty |Z(f)|^2 \, df \tag{11,2}$$

La fórmula (11,2) nos permite resolver los problemas de transmisión de ruidos de resistencias a través de impedancias, con las restricciones indicadas más arriba.

3) *Demostración de la fórmula de Nyquist - Johnson por el método microscópico.*

Calculemos primeramente el valor de una resistencia en función de los parámetros microscópicos [4]. La ecuación de un electrón de carga e y masa m en un campo eléctrico constante E es:

$$m\left(\frac{du}{dt} + \frac{1}{\tau} u\right) = e E \tag{1,3}$$

donde τ es el tiempo de relajación y u la velocidad. Cuando E es constante se obtiene, cuando la aceleración se anula:

$$\frac{m\bar{u}}{\tau} = eE \tag{2,3}$$

La (2,3) da:

$$\bar{u} = \frac{eE\tau}{m} \tag{3,3}$$

Un electrón que se mueve a la velocidad $\bar{u}$ es equivalente a un elemento de corriente:

$$e\bar{u} = e\frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{e}{\Delta t}\Delta l = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \cdot \Delta l = \Delta I \,.\, \Delta l \tag{4,3}$$

Consideraremos ahora un conductor de longitud Δl, sección A y que contiene un número de electrones $n_0 v = n_0 A\,\Delta l$

la corriente media total está dada por:

$$I\Delta l = \Sigma e\bar{u} = n_0 A\,\Delta l e\bar{u} = \frac{n_0 A\,\Delta l e^2 E\tau}{m} \tag{5,3}$$

Pero la diferencia de potencial entre los extremos del conductor es:

$$V = E \,.\, \Delta l \tag{6,3}$$

Por lo tanto la resistencia es:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{m\Delta l}{n_0 A e^2 \tau} \tag{7,3}$$

Apliquemos ahora el formalismo que desarrollamos en otro trabajo (5). La corriente $i(t)$ que pasa a través de una sección cualquiera de la resistencia es:

$$i(t) = \Sigma \frac{eu_i}{\Delta l} f(t - t_i) \tag{8,3}$$

donde u_i es una amplitud afín al azar y $f\,(t - t_i)$ una función moduladora. El valor eficaz de la corriente es:

$$\overline{i^2} = \lim_{F\to\infty} \frac{1}{2F}\int_{-F}^{+F} i^2(t)\,dt \tag{9,3}$$

Reemplazando en (9,3) el valor de $i(t)$ dado por (8,3) se tiene:

$$\left.\begin{aligned}\overline{i^2} &= \lim_{F\to\infty} \frac{e^2}{2F\Delta l^2} \int_{-F}^{+F} \Big\{ \Sigma\, u_i^2\, f^2(t-t_i) + \\ &\sum_{i\neq j} u_i u_j\, f(t-t_i)\, f(t-t_j) \Big\}\, dt\end{aligned}\right\} \qquad (10,3)$$

Puesto que el proceso es al azar se tiene que:

$$\lim_{F\to\infty} \frac{1}{2F} \sum_{i\neq j} u_i u_j \int_{-F}^{+F} f(t-t_i)\, f(t-t_j)\, dt = 0 \qquad (11,3)$$

por lo tanto:

$$\left.\begin{aligned}\overline{i^2} &= \lim_{F\to\infty} \frac{e^2}{2F\,\Delta l^2} \int_{-F}^{+F} \Sigma\, u_i^2\, f^2(t-t_i)\, dt = \\ &= \frac{e^2}{\Delta l^2} \Big\{ \lim_{F\to\infty} \frac{\Sigma\, u_i^2}{2F} \Big\} \int_{-\infty}^{+\infty} f^2(t)\, dt\end{aligned}\right\} \qquad (12,3)$$

Recordemos el teorema de Plancherel - Parseval:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f^2(t)\, dt = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} |\, F(p)\,|^2\, dp = 2 \int_0^{\infty} |\, F(f)\,|^2\, df \qquad (13,3)$$

con lo cual la (12,3) se transforma en:

$$\overline{i^2} = \frac{2e^2}{\Delta l^2} \Big\{ \lim_{F\to\infty} \frac{\Sigma\, u_i^2}{2F} \Big\} \int_0^{\infty} |\, F(f)\,|^2\, df \qquad (14,3)$$

El valor eficaz de corriente de ruido en el ancho de banda df es:

$$d\overline{i^2} = \frac{2e^2}{\Delta l^2} \Big\{ \lim_{F\to\infty} \frac{\Sigma\, u_i^2}{2F} \Big\} |\, F(f)\,|^2\, df \qquad (15,3)$$

En el caso de ruido térmico en resistencias la función $f(t)$ se toma como:

$$f(t) = 1(t)\, e^{-\frac{t}{\tau}} \qquad (16,3)$$

donde 1 (t) es la función unitaria de Heviside y τ el tiemo de relajación. La trasformada de Fourier de (16,3) es:

$$\mathrm{F}\,(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} 1\,(t)\, e^{-\frac{t}{\tau}}\, e^{2\,\pi i f t}\, dt = \frac{\tau}{1 - 2\,\pi i f \tau} \tag{17,3}$$

y su módulo:

$$|\,\mathrm{F}\,(f)\,|^2 = \frac{\tau^2}{1 + 4\pi^2 f^2 \tau^2} \tag{18,3}$$

El valor eficaz de ruido en el ancho de banda df se obtiene reemplazando (18,3) en (15,3) con lo cual se obtiene:

$$d\,\overline{i^2} = \frac{2e^2\tau^2}{\Delta l^2}\,\frac{df}{1 + 4\pi^2 f^2 \tau^2} \left\{ \lim_{\mathrm{F}\to\infty} \frac{\Sigma\, u_i^2}{2\mathrm{F}} \right\} \tag{19,3}$$

En el caso de que se tome $f\tau << 1$ se obtiene:

$$d\,\overline{i^2} = \frac{2e^2\tau^2}{\Delta l^2} \left\{ \lim_{\mathrm{F}\to\infty} \frac{\Sigma\, u_i^2}{2\mathrm{F}} \right\} df \tag{20,3}$$

Queda ahora la parte más esencial de la deducción y es el cálculo del límite y su vinculación con el valor de R. Obtengamos primero el valor de la tensión eficaz de ruido:

$$d\,\overline{v^2} = \mathrm{R}d\,\overline{i^2} = \frac{2e^2\,\mathrm{R}^2\,\tau^2}{\Delta l^2} \left\{ \lim_{\mathrm{F}\to\infty} \frac{\Sigma\, u_i^2}{2\mathrm{F}} \right\} df \tag{21,3}$$

Si recordamos la fórmula obtenida con anterioridad con razonamientos de la termodinámica estadístisca (10,2) se debe tener:

$$\frac{2e^2\,\mathrm{R}^2\,\tau^2}{\Delta l^2} \left\{ \lim_{\mathrm{F}\to\infty} \frac{\Sigma\, u_i^2}{2\mathrm{F}} \right\} = 4\,k\mathrm{RT} \tag{22,3}$$

y por lo tanto:

$$\lim_{\mathrm{F}\to\infty} \frac{\Sigma\, u_i^2}{2\mathrm{F}} = \frac{2\,k\mathrm{T}\Delta l^2}{e^2\tau^2\,\mathrm{R}} \tag{23,3}$$

De acuerdo al teorema de equiparación se tiene:

$$\tfrac{1}{2}\, m\,\overline{u^2} = \tfrac{1}{2}\, k\mathrm{T} \tag{24,3}$$

Por lo tanto, reemplazando en (23,3) a (24,3) se tiene:

$$\lim_{\mathrm{F}\to\infty} \frac{\Sigma\, u_i^2}{2\mathrm{F}} = \frac{2\, m\,\overline{u^2}\,\Delta l^2}{e^2\, t^2\,\mathrm{R}} \tag{25,3}$$

Si reemplazamos el valor de R dado por (7,3) se tiene:

$$\left.\begin{aligned} \lim_{2F \to \infty} \frac{\Sigma u_i^2}{2F} &= \frac{2m\overline{u^2}\Delta l^2}{e^2\tau^2} \cdot \frac{n_0 A e^2 \tau}{m \Delta l} = \\ &= \frac{2\Delta l n_0 A}{\tau} \cdot \overline{u^2} \end{aligned}\right\} \quad (26,3)$$

Esta última ecuación significa que para obtener el límite buscado se debe multiplicar el número de partículas $n_0 A \Delta l$ por el valor medio cuadrático de la velocidad y dividirlo por la mitad del tiempo medio durante el cual tiene una partícula velocidad. El porqué debe ser la mitad proviene de que en el caso en que calculamos R usamos el tiempo de relajación τ de u_i:

$$\tau = \int_0^\infty e^{-\frac{t}{\tau}} dt \quad (27,3)$$

Así que para usar el valor dado de R en el límite (25,3) debemos obtenerlo usando el tiempo de relajación τ^* de $u^2{}_i$:

$$\tau^* = \int_0^\infty e^{-\frac{2t}{\tau}} dt = \frac{\tau}{2}. \quad (28,3)$$

BIBLIOGRAFIA

1. Tranter, C. J., Integral Transformacions in Mathematical Physics, Methuen, London.
2. Nyquist, H., Phys. Rev., *32*, 110 (1928).
3. Bell, D. A., Electrical Noise, Van Nostrand, London, 45 (1960).
4. Kittel, C., Elementary Statistical Physics, Wiley, New York (1964).
5. Kittl, P., Ana. Soc. Cient. Argentina, CLXXIX, 35 (1965).

BIBLIOGRAFIA

DE FINA A. L., F. GIANNETTO Y L. J. SABELLA : *Difusión geográfica de cultivos índices en las provincias de Neuquén y Río Negro y sus causas.* Publicación nº 96 del Instituto de Suelos y Agrotecnia del INTA. 1 vol. 36 pág. 3 cuadros numéricos, 21 mapas y 1 gráfico. Buenos Aires, 1965.

Esta es una nueva entrega de la serie de publicaciones del Instituto de Suelos y Agrotecnia, iniciada en 1948, bajo el título *Difusión geográfica de cultivos índices en la provincia de .... y sus causas.* Ya han aparecido las entregas correspondientes a casi todas las provincias argentinas; faltan solamente las de Córdoba (en preparación), de Buenos Aires, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego.

Siguiendo el plan general de las entregas aparecidas con anterioridad, el trabajo aquí reseñado, después de explicar el método usado, da la interpretación de la difusión geográfica e importancia de la producción que acusó, en las provincias de Neuquén y Río Negro, el reconocimiento agroecológico de 64 localidades, basado en la presencia y comportamiento de los 18 cultivos índices adoptados por el Instituto de Suelos y Agrotecnia, a saber: cacao, ananás, banano, limonero; datilera, olivo, higuera, vid; nogal, duraznero, peral, manzano; algodón, sandía, maíz, trigo, avena y cebada. Es interesante destacar que, no obstante la latitud a la cual se hallan las 2 provincias estudiadas, con mayor o menor difusión geográfica y con mejor o peor comportamiento, se hicieron presentes casi todos los cultivos índices, pues de los 18 solamente se registró la ausencia de 4; el cacao, ananás, banano y datilera.

La interpretación de la difusión geográfica y comportamiento de cada cultivo índice se hace sobre la base del mapa que consigna los datos que acusó el cultivo, en cuestión, a través del reconocimiento agroecológico de las 64 localidades neuquinas y rionegrenses estudiadas.

La interpretación de los 18 mapas, los cuales van incluidos en la publicación, mostró, en la inmensa mayoría de los casos, que el clima tiene una acción preponderante sobre el comportamiento de los cultivos índices.

El Mapa nº 19 de la publicación representa los 48 distritos agroclimáticos que han sido delimitados o señalados en las provincias de Neuquén y Río Negro. Una cantidad tan elevada de distritos es un fiel reflejo de la gran diversidad de climas que ofrecen estas 2 provincias argentinas.

En conexión con el mapa nº 19, el trabajo incluye el cuadro I, en el cual se indican los valores climáticos que definen, en cualquier parte del mundo, los 48 distritos agroclimáticos hallados en Neuquén y Río Negro.

Por otra parte, el cuadro II da para 587 localidades, de estas 2 provincias, los datos de altitud, temperaturas medias y precipitaciones medias que sirvieron para la delimitación de los distritos agroclimáticos; este cuadro colma, en parte, el vacío que existe en la bibliografía climatográfica argentina respecto a estas 2 provincias. Algo semejante se puede comentar para el mapa nº 21 de la publicación, que representa, en forma bastante detallada, la distribución geográfica de la lluvia media anual en Neuquén y Río Negro.

Los autores, tratando de dar una orientación netamente utilitaria a su trabajo, incluyen el cuadro III titulado *"Cultivos posibles en las provincias de Neuquén y Río Negro"*, en el cual consignan 127 cultivos que son viables en los diversos distritos agroclimáticos de ambas provincias.

Para facilitar la consulta de la lista, los 127 cultivos posibles fueron distribuidos en los 6 grupos siguientes: a) cereales, b) forestales, c) forrajes, d) frutales, e) hortalizas y f) industriales y otros.

La publicación, aquí reseñada, se puede conseguir, gratuitamente, solicitándola en forma personal o por correo al Instituto de Suelos y Agrotecnia, Cerviño 3101, Buenos Aires, República Argentina. — *U. D. L. A.*

Nomenclatura de Química Inorgánica. Reglas definitivas de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada.

Prensa Universitaria Argentina dedica un pequeño tomo de 89 páginas de su colección Ingeniería y Ciencia, en una cuidada traducción del francés e inglés, y comentarios de los doctores en química Luis F. Bertello y Ariel H. Guerrero, y contiene las reglas definitivas de nomenclatura de Química Inorgánica del informe de 1957 de la respectiva comisión y notas con modificaciones de 1963.

La simple mención de la obra y de su fuente de origen ilustrará del interés de la misma y de los esfuerzos de los autores y de la Editorial al darla a la luz y cómo su adaptación influirá en las futuras publicaciones sobre la materia. — *E. L.*

Técnicas separativas en Química Analítica. Prensa Universitaria Argentina. Colección Textos. Bs. As., 1965.

El propósito de facilitar el conocimiento de las técnicas del rubro ha determinado al profesor adjunto de Química Analítica de la Facultad de Ingeniería, U.N.B.A., Dr. Horacio V. Dragonetti, la confección de este libro. Por otra parte, como dichas técnicas, dispersas hasta el presente en numerosas publicaciones en idiomas extranjeros, podían ser útiles mediante su divulgación para los estudiantes de Ciencias Químicas, Farmacéuticas, Biológicas, Agronómicas, etc., motivó que la Prensa Universitaria Argentina editara la obra. Esta comprende 207 páginas, entre las que se incluyen numerosas tablas, fórmulas, grabados y gráficos, colaborando en los dibujos Ernesto S. Samonta, a saber: Introducción; capítulo 1º, Cromatografía; capítulo 2º, Electroforesis; capítulo 3º, Intercambiadores de iones; capítulo 4º, Tamises moleculares, y capítulo 5º, Extracción con solvente. Cada capítulo lleva la bibliografía crítica correspondiente. — *E. L.*

Correo Argentino Central «B»
Franqueo pagado
Concesión N° 1186
Tarifa reducida
Concesión N° 6247

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

DIRECTOR: Cap. de Navío (R. S.) EMILIO L. DIAZ

NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1965 — ENTREGAS V-VI — TOMO CLXXX

SUMARIO

SERIE I. CIENCIAS **Nº 2**

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1965

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Art. 10 del Reglamento de los « ANALES » (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de Septiembre de 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los « Anales », serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director.

Impreso en Imprenta Coni - Perú 684 - Buenos Aires - República Argentina

SERIE I, CIENCIAS, Nº 2

CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO DE UN LASER DE GASES

Por N. B. GAGGIOLI, C. A. JORDANA, J. C. NOVARINI,
M. KURLAT y J. F. WESTERKAMP

(Departamento de Física, FCEN, Universidad de Buenos Aires)

RESUMEN

Se ha construido y puesto en funcionamiento un láser de gases helio-neon, el cual está constituido por un tubo capilar de vidrio pyrex, de unos 60 cm de longitud y 3 mm de diámetro, ensanchado en sus extremos y cerrado con ventanas de vidrio óptico planas al décimo de longitud de onda, las cuales forman ángulos de Brewster con el eje del tubo. El resonador está formado por el tubo capilar y un par de espejos externos, esféricos (1 metro de radio de curvatura), y reflectores 99,5 % a 6328 A mediante capas dieléctricas. La mezcla de He-Ne (en proporción 7 a 1), está a presión de 1,5 Torr. Se lo ha hecho funcionar con diversas geometrías, incluyendo la cofocal, y también con diversos tubos de longitudes diferentes, excitándolos con corriente continua. Se han realizado diversas observaciones sobre la luz del láser, tales como el aspecto de las granulaciones, el carácter coherente del haz (efectos de interferencia y difracción), observación de modos, estudio de superficies ópticas, etc. La potencia estimada es del orden del miliwatt.

ABSTRACT

A He-Ne gas laser has been built and put into operation. It is made of a capillar of pyrex glass, 60 cm long by 3 mm dia., its ends widened and closed with Brewster-angle windows of optical glass, flat to a tenth of wavelength. The resonator is formed by the capillar and a couple of dielectric covered external spherical mirrors (1 meter radius of curvature), reflection 99,5 % to 6328 A. The He-Ne mixture (7 to 1), is at 1,5 Torr of pressure. The laser operates with several geometries, including the confocal one. Various tubes of different lengths have been prepared and d.c. excitation has been used. Several observations have been made of the laser light such as the aspect of granulations, the coherent character of the beam (interference and diffraction effects), mode observation, study of optical surfaces, etc. The estimated power of the laser is about 1 milliwatt.

1. GENERALIDADES

Es sabido que los coeficientes de Einstein para emisión y absorción inducidas son iguales. Se sabe también que la radiación estimulada es coherente con la radiación estimulante, es decir, guarda

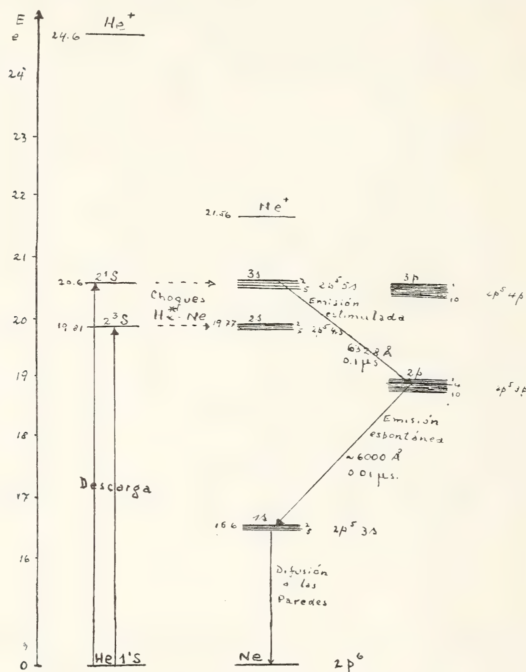


Fig. 1. — Niveles de Energía de He y Ne

cierta relación de fase. Por su parte, el número de fotones emitidos en una dada transición, es proporcional a la población del nivel de partida, del mismo modo como el número de fotones absobidos lo es a la población de su respectivo nivel de partida. Por consiguiente, si es posible invertir las poblaciones de dos niveles de un sistema de átomos o moléculas, y se hace incidir luz de la frecuencia co-

rrespondiente a esa diferencia de energías, se tendrá como resultado que la emisión inducida podrá ser mayor que la absorción. Dicho en otras palabras, se estará en presencia de un sistema amplificador, pues la luz incidente se verá reforzada con la emitida por emisión estimulada. Tal es el principio del láser.

En el caso del láser de He-Ne, que trabaja en la frecuencia visible de 6328 A, el mecanismo mediante el cual es posible invertir las poblaciones de dos de sus niveles de energía, es el siguiente:

Mediante una descarga eléctrica aplicada a los electrodos de un tubo que contiene la mezcla de He-Ne en proporciones y presión convenientes (7 : 1 en el caso presente), es posible formar un flujo de electrones tal que, al chocar contra los átomos, les entregan sus energías, excitándolos. De esta manera, se pueblan los niveles metaestables del Helio: 2^1S_0 y 2^3S, los cuales poseen larga vida en virtud de que la transición óptica hacia el nivel inferior es prohibida. La vía de descarga puede ser, en cambio, por intermedio del Neon, que posee dos grupos de niveles de energía: 3s y 2s (notación de Paschen), situados a aproximadamente las mismas energías que aquellos niveles del He (21,0 y 19,8 ev). Dicha transferencia de energía se produce por choques (fig. 1).

La transición que se utiliza en el láser de He-Ne es la $3s_2 \rightarrow 2p_4$. De estos niveles, el $2p_4$ tiene una vida media unas 25 veces menor que el $3s_2$. Quiere decir, que bajo ciertas condiciones óptimas, ha de ser posible invertir las poblaciones de ambos niveles.

El láser de He-Ne consiste, en esencia, en dos partes: 1) el material activo, amplificador, que lo constituye la mezcla de He-Ne en proporciones y presión adecuadas; 2) la cavidad resonante, constituida por dos espejos cóncavos, de 100 cm de radio de curvatura, situados a una distancia de alrededor de 1 metro. Cuando la distancia es 1 m, la geometría se denomina cofocal. La reflectividad de los espejos es de 99,5 % para la longitud de onda 6328 A; la transmisión es del 0,2 % y la absorción, de 0,3 %.

2. MECANISMO DE FUNCIONAMIENTO

Inicialmente, en cuanto se ha formado el plasma al aplicarse la tensión excitadora, los átomos se desexcitan por medio de transiciones espontáneas, emitiendo cierta gama de frecuencias. La luz emitida en la dirección del eje del tubo se reflejará en los espejos

de acuerdo con el espectro de reflexión de éste; es decir, ocurrirá máxima reflexión para la longitud de onda 6328 A, que corresponde a la transición entre los niveles $3s_2$ y $2p_4$. Los fotones reflejados entrarán nuevamente dentro del tubo con He-Ne, e inducirán nuevas emisiones con la misma longitud de onda. Es decir, en la dirección del eje del tubo la luz predominante será precisamente la que interesa, y mantendrá determinadas relaciones de fase, conforme a lo dicho anteriormente.

Si se cumple que la ganancia en cada pasaje a través de la sustancia amplificadora es mayor que la pérdida, la intensidad del haz irá creciendo dentro de la cavidad, hasta llegar a un punto en que el haz saldrá a través de los espejos, cuando haya sido superado el umbral por efecto láser. En todo ese proceso, la emisión espontánea aparecerá como un efecto de ruido, siendo incoherente.

Se advirte, pues, que basta tener un régimen adecuado de bombeo para que ocurra una salida constante a través de los espejos.

En lo que respecta a la cavidad resonante, se advierte que es de un tipo muy especial: sus paredes laterales están abiertas. Esta geometría proporciona una amplia separación entre los modos de bajas pérdidas ([2]) y esos modos dominantes corresponden a propagación en la dirección normal a los espejos. Es habitual hablar, en tales casos, de modos de alto Q (puede ser del orden 10^8), los cuales están separados, en frecuencia, en una cantidad $c/2L$ (L = distancia entre espejos; c, velocidad de la luz en el medio), o sea, en 10^8 Hz, es decir, 100 MHz. Dichos modos son análogos a los máximos centrales de transmisión en el interferómetro de Fabry-Perot.

Se entiende por modos las formas de vibración (vibraciones propias) en el resonador. Se distinguen entre sí por la distribución de intensidad transversal y son característicos del resonador. Los modos más sencillos aparecen en el resonador más simple constituido por dos espejos planos paralelos de extensión infinita. Ocurre resonancia cuando la distancia entre espejos, L, es un múltiplo entero de $\lambda/2$ (λ, longitud de onda en el dieléctrico). El campo en el resonador está constituido por una onda plana que se propaga hacia uno y otro lado; sobre la superficie de cada espejo tiene igual intensidad. Cuando los dos espejos no son infinitos, la onda sufrirá pérdidas en los bordes, debido a efectos de difracción. Dada

una distribución de campo sobre un espejo, después de varias reflexiones se establecerá una distribución constante de intensidad sobre las superficies de los espejos, mostrando máximos y ceros y decreciendo hacia los bordes. Es lo que se llama un máximo transversal. Así, por ejemplo, el modo fundamental posee solamente un máximo y ningún cero. Existe además todo un sistema de modos superiores que difieren en la simetría radial, que son de mayores pérdidas y que también representan propagación longitudinal. Esos modos de orden superior, suelen caracterizarse por dos números enteros, *m* y *n*, que describen el número de líneas nodales en las dos direcciones de coordenadas; un tercer número, *q*, que da el número de semiondas que caben en la cavidad (del orden del millón) suele no usarse. Los modos precedentes son todos transversales electromagnéticos.

En el caso de espejos cóncavos, se presentan conjuntos análogos de modos resonantes de alto Q. A veces existen regiones singulares de alta pérdida, como por ejemplo la comprendida entre $r_1 < L < r_2$, cuando los radios de curvatura de los espejos son diferentes. En particular, para geometría cofocal la pérdida por difracción es mínima; el sistema no es entonces demasiado sensible al desalineamiento angular; la pérdida por difracción es muy baja (menor que el 0,1 % para un número de Fresnel $a^2/\lambda L$ igual a la unidad (*a*, radio del resonador; L, longitud entre espejos). La separación entre los modos puede hacerse comparable al ancho de la transición amplificadora. En este caso, el campo difiere algo del caso precedente: se concentra cerca del eje que pasa por los centros de curvatura de ambos espejos. Los modos pueden caracterizarse también por tres números positivos enteros. En el resonador con geometría cofocal, la distribución de campo presenta la ventaja de poder expresarse en forma analítica y no solamente como solución numérica (caso de espejos planos). La extensión del rayo en dirección transversal no depende ahora de la distancia entre los espejos, sino del radio de los mismos, de su distancia y de la longitud de onda. Por consiguiente, si los espejos son suficientemente grandes, la intensidad del campo en los bordes es prácticamente nula y, por lo tanto, la bondad del resonador ya no vendrá nada más que por la pérdida por reflexión.

Hay dos tipos de modos: 1) de simetría rectangular (m, n, q), y 2) de simetría *axial*. Los primeros se presentan en espejos de forma rectanguar; los segundos, en espejos circulares.

Además de los transversales, caracterizados por la distribución transversal del campo, existen otros modos que exhiben igual distribución transversal, pero que difieren en el número q de semiondas entre los espejos: son los *longitudinales;* por ej., los modos con q y $q+1$ semiondas, que difieren en frecuencia $\Delta f = c/2L$; es decir, si $L = 1$ m, será $\Delta f = 150$ MHz, de manera que si se mide esa diferencia de frecuencia, puede lograrse la prueba experimental de los modos longitudinales.

3. CONSTRUCCION DE LASER

El tubo que contiene He-Ne es de pyrex, de aproximadamente 60 cm de largo y 3 mm de diámetro interno; sus extremos están terminados por dos tubos cortos de 6 mm de diámetro, de paredes gruesas, cerrados mediante ventanas de vidrio óptico selladas en ángulo de Brewster (3) ; deben ser placas pulidas ópticamente y planas dentro de un décimo de longitud de onda; fueron trabajadas en el Taller de Optica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires por el Sr. Campitelli. El tubo fue cortado en angulo de Brewster dentro de los 30′ de error, pudiéndose mejorar hasta llegar a los 5′ mediante pulido con polvo de carborundo. No obstante, no es necesaria semejante precisión, pues las pérdidas por reflexión fuera del ángulo de Brewster aumentan muy lentamente, de maneda que una tolerancia de 1° todavía es adecuada.

Para evacuar el tubo se usó un sistema de vacío especialmente preparado, el cual consiste esencialmente en una bomba de vacío preliminar, rotativa, con presión de base del orden de los 10 a 30 micrones de Hg, y una bomba difusora de aceite de tres etapas, con presión de base 10^{-6} Torr.

El encendido del tubo para la formación del plasma se realiza mediante una bobina de alta frecuencia de Tesla, aplicando luego una tensión continua elevada, para lo cual se construyó una fuente de tensión de 7.000 voltios y 100 mA. La tensión se aplica entre electrodos de aluminio especialmente preparados.

El desgaste de los electrodos se realizó llenando el tubo con mezcla de He-Ne previa evacuación lo más perfecta posible, y haciendo actuar la descarga. El electrodo negativo, debido a los choques con los iones positivos, se calienta, iluminándose esa zona con

el color azulado del aire; se vuelve a evacuar y se repite la operación intercambiándose la polaridad, hasta que la coloración sea pareja en todos lados y del color rojizo del Ne.

Se construyeron cuatro tubos amplificadores. Los dos primeros no funcionaron, pero sirvieron como experiencia para ensayar el alineamiento, que al principio resulta algo complicado. La presencia del Dr. Morgan en Buenos Aires, en ese momento, permitió aprender rápidamente ciertas técnicas que facilitaron el alineamiento.

El tercer tubo osciló, mostrando la acción láser; pero debido a que se ensuciaron las ventanas, dejó de funcionar a la media hora.

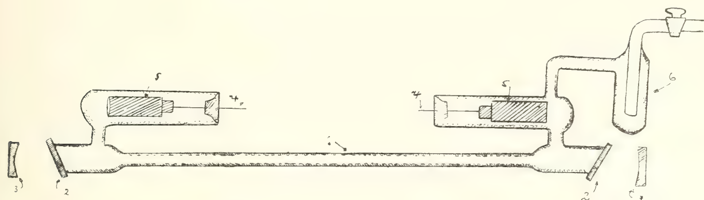


Fig. 2. — Esquema de Láser de He-Ne. 1, tubo; 2, ventanas en ángulo de Brewster; 3, espejos R = 99,5 $^{o}/_{o}$: 4, alambres de tungsteno; 5, electrodos de aluminio; 6, trampa de nitrógeno líquido.

Sirvió no obstante, para probar las diversas ventanas de que se disponía, eligiéndose las que parecían mejores. A este respecto es conveniente destacar que, a los efectos de una buena operación del tubo, es indispensable adoptar las máximas precauciones en cuanto a la limpieza del tubo y de las ventanas, así como del material activo. Las indicaciones del Dr. Morgan fueron en ese sentido muy importantes ([4]).

La duración usual de un tubo, después de los primeros lavados, es de 15 hs. El cuarto tubo, que funcionó durante 50 hs, probablemente ha logrado una vida más larga debido a que llevaba adosada una trampa de Nitrógeno líquido cerca de su entrada. La longitud de este tuvo fue de 70 cm. Como la ganancia es proporcional a la longitud e inversamente al cuadrado del diámetro, la potencia de ese láser resultó mayor que la del anterior, y ello se pudo apreciar a simple vista.

4. OBSERVACIONES

Se ha verificado la perfecta polarización del haz, con un polaroid de 1 %.

Variando la presión, se ha tratado de obtener máxima emisión con mínima corriente. Eso también puede lograrse variando las presiones parciales de He y Ne.

El haz sale por las dos ventanas, proyectándose sobre pantallas colocadas a unos 2 m de distancia como una fina mancha de 5 mm de diámetro, de color rojizo. El aspecto de la mancha sobre un papel muestra las típicas granulaciones debidas a figuras de difracción provenientes de los poros del papel.

El tamaño de la mancha dentro del resonador (sobre los espejos) es de 1mm. La abertura del haz es de unos 7′ medida dentro del resonador; afuera es algo mayor (unos 10′), debido a que los espejos constituyen una lente divergente.

Siendo los dos espejos igualmente reflectores, el haz sale por los dos extremos con igual intensidad. Pero podría hacerse que uno transmita solamente el 1 en diez mil y el otro el cuatro en mil, con lo cual el haz saldría prácticamente de un solo lado, con doble potencia.

Se ha realizado la observación de alejarse de la fuente láser unos 70 m y observar la mancha luminosa sobre polaroids cruzados; de esa manera, el punto se veía con mucha intensidad.

Se han realizado observaciones sobre comportamiento de los diversos modos, variando las condiciones experimentales de tal modo que aparezcan sea mezclados, sea individuales. La interposición de objetos, tales como alambres, un cabello, etc., en el camino del haz, permite variar la aparición de aquellos, favoreciendo la aparición de uno u otro modo. Se han estudiado las imperfecciones de lentes y se lo ha apreciado en su capacidad para alineamiento de sistemas ópticos, en particular, para alinear un láser de rubí de pulsos gigantes. Es particularmente interesante la observación del haz cuando atraviesa un balón previamente llenado de humo. Se han efectuado observaciones de difracción, tales como las figuras obtenidas con ranuras de diversos anchos.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores se complacen en agradecer al técnico en vidrio, Jorge Jaime, quien colaboró entusiastamente durante la realización del trabajo; al Sr. Campitelli, por su colaboración eficiente en el trabajo óptico, así como a todas las personas del Departamento, particularmente el Ing. J. Trench y el Sr. E. Sauer, que de una manera u otra, aportaron sugestiones eficaces. Agradecen también a la Fundación Ford, que contribuyó a financiar el proyecto.

BIBLIOGRAFIA

1. Javan, A.: Phys. Rev. Letters *3*, 87 (1959). Quantum Electronics (Ed. Townes, Columbia Univ. Press, 1960), p. 564-71.
2. Bennett, W. R.: Applied Opticas (Supl. Optical Masers), 24, (1962).
3. Rigrod, W. W., Kogelnik, H., Brangaccio, D., y Herriott, D. R.: J. Appl. Phys. *33*, 743 (1962).
4. Vander Sluis, K. L., Werner, G. K., Griffin, P. M., Morgan H.W, Rudolph, O. B. y Staats, P. A.: Amer, J. Phys. *33*, 225 (1965).

Recibido el 25 de octubre 1965.

VINCULACIONES BAROMETRICAS

POR EMILIO L. DIAZ

SUMMARY

Residuals anomalies of pressure at V. Mercedes (S. L.) and Río Gallegos (S. C.) are calculated, that is, anomalies depurated of perturbations coming from the Pacific, the dynamic effect of the Andean Cordillera and of the persistence effect. Diverse linkages are investigated and several tests made, inclusive in regard to solar radiation. The "calculated anomalies" for solar radiation are computed.

Pressure fluctuations over South America, Antarctica and neighbouring seas after maximums and minimums in residual anomalies at V. Mercedes have been analyzed and also initial situations for different sequences over the Bellinghaussen Sea and Drake Passage.

A quick method to compute the significance coefficient, based in maximum scatering and mean value of añomalies, is given in the Appendix.

Results show statistical links, which should be interpreted climatically, as well as the caracter rather different than opposed of sequences following inverse phenomena.

Solar radiation anomalies show a slight negative correlation with residual barometric anomalies in central Argentina and a positive correlation with pressure in the southern extremity of South America. Minimums in residuals at V. Mercedes are related to a positive barometric wave generated, two days in advance, over the polar continent, which then moves north.

17 days after the minimum at V. Mercedes a statistical low appears over the Bellinghaussen Sea. These events are dependent on causes which manifest themselves, partially in the initial condition of the pressure field and air flow over South and Southwest Atlantic between latitudes 50° S and 60° S.

Maximum in residuals at V. Mercedes are followed 17 days later by a high formed in Antarctica which propagates to the Weddell Sea.

Before that, between 7 to 9 days after maximum, a low area travels over the Drake Passage. Research show only some and partial previous indications when such occurrence above does not take place and, also, an unexpected result.

It is confirmed the appearance of statistical lows over the Bellinghaussen Sea, 5 days after a minimum in residuals at V. Mercedes when those happen simoultaneosly with pressure above normal in southermost South America.

RESUMEN

El trabajo comprende seis capítulos y un apéndice. Incluye el cálculo de las anomalías remanentes de la presión en V. Mercedes (S. L.) y en Río Gallegos (S. C.), es decir, depuradas de la propagación de perturbaciones desde el Pacífico, del efecto dinámico de la Cordillera de los Andes y del efecto de persistencia, vinculaciones diversas y con la radiación solar, cómputo de una "anomalía calculada" de esta última y otras comprobaciones.

Se determinaron las oscilaciones de la presión en Sud América, Antártida y mares vecinos, que siguen a máximos y mínimos en las anomalías remanentes en V. Mercedes y se investigaron las circunstancias iniciales de diferentes evoluciones en el Mar del Bellinghaussen y en el Pasaje de Drake.

En el apéndice se proporciona un método rápido para calcular coeficientes de significación, en base a la dispersión máxima de las anomalías observadas y a su valor medio.

Las conclusiones señalan la conveniencia de una interpretación climática de las vinculaciones estadísticas determinadas y el carácter más bien diferente que opuesto de los efectos de los fenómenos inversos.

Las anomalías de la radiación solar presentan una leve correlación inversa con las anomalías remanentes de la presión en la zona mediterránea argentina y una correlación directa con las oscilaciones del barómetro en el extremo austral de Sud América. Los mínimos remanentes en V. Mercedes se vinculan a una onda barométrica positiva que comienza a generarse, dos días antes, sobre el continente polar y que luego se desplaza hacia el norte.

En el mar de Bellinghaussen, 17 días después, surge un área negativa estadística. La ocurrencia o no ocurrencia de esto depende de causas que se manifiestan parcialmente en el estado inicial del barómetro y circulación del aire en el Atlántico Sur y Suroeste, entre los 50° S y los 60° S.

Los máximos remanentes en V. Mercedes presentan, 17 días más tarde, el surgimiento de un área de anomalías positivas de la presión desde el continente antártico hacia el mar de Weddell.

Antes de esto, en los días 7 a 9, ocurre el tránsito de un área estadística depresionaria por sobre el Pasaje de Drake. La investigación de las circunstancias iniciales sólo revela signos particulares, y parciales, para los casos en que esto no sucede y también un resultado inesperado.

El análisis confirma la generación de áreas depresionarias en el mar de Bellinghaussen, 5 días después de la ocurrencia de mínimos remanentes en la zona mediterránea cuando, simultáneamente, la presión es superior a la normal en el extremo sur de América.

INTRODUCCION

En un artículo anterior (ver (4) en Bibliografía) se mencionó el hallazgo de un fenómeno consistente en la aparición de un área de baja presión, sobre el mar de Bellinghaussen, cinco días des-

pués de la ocurrencia de un mínimo barométrico en Villa Mercedes (San Luis), cuando este mínimo tenía lugar con presiones superiores a la normal (desde 3 días antes) en la zona de Río Gallegos (Santa Cruz).

En el mismo artículo, al estudiar las olas de frío que barren la región central argentina durante el invierno, comprobamos que dichas olas de frío son precedidas por la generación de un área de baja presión en la zona mediterránea, la cual se relacionaba con la formación de una onda de alta barométrica en el mar de Bellinghaussen. Al correrse el área de alta hacia el norte, tenía lugar el desplazamiento del aire desde el sur, el cual producía la ola de frío.

Ambos efectos tendían a indicar que los fenómenos originados en la zona comprendida entre las serranías de Córdoba y San Luis y la Cordillera de los Andes, por lo menos en cuanto a los mínimos barométricos, estaban vinculados a acciones conexas (tal vez provenientes de oscilaciones en la radiación solar) que se cumplían sobre un ámbito que abarcaba también la Antártida Sudamericana.

Con el objeto de ahondar la investigación, se emprendió un estudio tomando como base el remanente de las oscilaciones de la presión en V. Mercedes, luego de eliminar de ellas el efecto dinámico de la Cordillera de los Andes, las perturbaciones provenientes del Pacífico y el efecto de persistencia de las anomalías de la presión. De las conclusiones preliminares de este trabajo se dio cuenta en la conferencia titulada "Una correlación meteorológica en el sur" (ver punto ([1]) en Bibliografía).

Notaciones:

k: coeficiente de significación.
N: número o cantidad.
q: coeficiente de correlación obtenido por el método abreviado (debe aplicarse una corrección para obtener (r).
r: coeficiente de correlación.
r(S): anomalía de la radiación solar.
r(SC): "anomalía calculada" de la radiación solar.
R^2: coeficiente de determinación múltiple.
sg: indicación de anomalía significativa, usado a continuación de la notación de las anomalías, p. ej.: X_i(AA)sg.
TT: notación genérica de anomalías de la temperatura.

$TT_i(AA)$: similar a $X_i(AA)$, pero aplicada a las anomalías de la temperatura.

U: notación genérica de la función perturbadora, es decir, la parte de (X) debida a los agentes perturbadores y al efecto de persistencia.

$U_i(AA)$: similar a $X_i(AA)$, pero aplicada a la función perturbadora.

X: notación genérica de anomalías de la presión atmosférica.

$X_i(AA)$: anomalía de la presión correspondiente al día del subíndice ($_i$) (respecto de la fecha tomada como origen), para la estación cuyas iniciales del nombre (AA) se indican.

x: notación genérica de anomalías remanentes de la presión, o sea las anomalías (X) depuradas de acciones perturbadoras y del efecto de persistencia.

$x_i(AA)$: similar a $X_i(AA)$, pero aplicada a las anomalías remanentes.

X' y x': denotan variaciones en 24 horas de (X) y de (x). Como norma, el apóstrofe señala variaciones en 24 horas.

(GB) : Base General Belgrano.

(ID) : Isla Decepción.

(IG) : Isla Guafo.

(IO) : Islas Orcadas.

(JF) : Isla Juan Fernández.

(MB) : Mar de Bellinghaussen.

(MP) : Mar del Plata.

(PA) : Porto Alegre.

(PD) : Pasaje de Drake.

(R) : Rosario.

(RG) : Río Gallegos.

(S) : Salta.

(SM) : Base General San Martín.

(SP) : San Pedro (Georgia del Sur).

(V) : Valparaíso.

(VM) : Villa Mercedes.

(60/80) : punto en 60° S, 80° O.

(grd) : gradiente barométrico Valparaíso-I. Guafo.

Cómputos básicos efectuados:

Nota 1: a menos que se indique lo contrario, los cómputos se refieren al período abril a septiembre.

Nota 2: Años: Grupo 1: 1935, 1936, 1937, 1938 y 1939.
Grupo 2: 1955, 1956, 1958, 1960, 1961 y 1962.

1. Correlación entre X'(PA) y x'(VM). Nº meses: 6. Años: 1955, 1958 y 1961. Lapso: días −3 a +2.
2. Vinculación entre x'(VM) y X'(RG). Nº meses: 10. Años: grupo 2. Lapso: días −2 a 0.
3. Nuevo cálculo de la fórmula para U(VM). Nº meses: 6. Años: 1956, 1960 y 1962.
4. Fórmula para U(RG). Nº meses: 6. Años: grupo 2.
5. Vinculación entre x(VM) y x(RG). Nº meses: 6. Años: 1935, 1937 y 1939. Lapso: días −4 a +5.
6. Valores de r(S)sg. y de r'(S)sg. precedentes a x(VM) = Mínimo $\lesseqgtr$ −4 mb. Nº años: 5. Años: grupo 1. Lapso: días −18 a +6.
7. Efectos de r(S) (md. 3 ds.) = Máximo $\gtreqless$ +2 milésimos y de r(S) (md. 3 ds.) = Mínimo $\lesseqgtr$ −2 milésimos, sobre X(RG), X(IO) y x(VM). Nº años: 5. Años: grupo 1. Lapso: días −5 a +19.
8. Intento de determinación de r(SC) en base a x(VM) y U(VM). Nº años: 5. Años: grupo 1. Lapso: días −1 a +4.
9. Determinación de r(SC) en base a x(RG) y U(RG). Nº años: 5. Años: grupo 1. Lapso: días 0 a +2.
10. Correlaciones entre r(SC) (md. 3 ds.) y X(RG), X(VM), x(VM) y TT(R). Nº meses: 6 a 14. Años: 1935, 1937, 1939, 1955, 1958, 1960 y 1961. Lapso: días −1 a +23.
11. Efectos de r(SC) (md. 3 ds.) = Máximo $\gtreqless$ +0,4 milésimos sobre X(RG)sg. Nº años: 6. Años: 1935, 1937, 1939, 1955, 1958 y 1961. Lapso: días −1 a +23.
12. Correlación entre X(VM) (md. 3 ds.) y x (VM) (md. 3 ds.). Nº años: 2. Años: 1955 y 1960. Lapso: días −20 a +2.
13. Efectos de x(VM) (md. 3 ds.) = Máximo $\gtreqless$ +2,7 mb. y de x(VM) (md. 3 ds.) = Mínimo $\lesseqgtr$ −2,7 mb. sobre X(VM)sg. y X(RG)sg. Nº años: 11. Años: grupos 1 y 2. Lapso: días −5 a +19.

14. Efectos de x(VM) = Mínimo $\leqq$ −4 mb. sobre las anomalías significativas de X(S), X(PA), X(JF), X(VM), X(MP). X(IG), X(RG), X(60/80), X(ID), X(IO), X(SM), X(GB), x(VM), X(MB) y TT(R). Nº años: 5 y 6. Años: grupo 2. Lapso: días −5 a +19. Incluye el trazado de cartas diarias de isoanomalías significativas.
15. Anomalías significativas de x(VM), X(PA), X(JF), X(VM), X(RG), X(60/80), X(ID), X(IO), X(SP), X(SM), X(GB), U(VM) y TT(R), siguientes a x(VM) = Mínimo $\leqq$ −4 mb. para X_{17}(MB) (md. 3 ds.) $\geqq$ +4 mb. y X_{17}(MB) (md. 3 ds.) $\leqq$ −4 mb. Nº años: 6. Años: grupo 2. Lapso: días −5 a +19. Incluye el trazado de cartas diarias de isoanomalías significativas.
16. Cómputo de X(MB)sg. y de X(RG)sg. siguientes a x(VM) = Mínimo $\leqq$ −4 mb., cuando X_{-2}(SP) $\geqq$ +6 mb., +5/−5 mb. e $\leqq$ −6 mb. Nº años: 6. Años: grupo 2. Lapso: días −5 a +19.
17. Cómputo de X(RG)sg. siguientes a x(VM) = Mínimo $\leqq$ −4 mb., cuando X_0(RG) $\geqq$ +6 mb., +5/−5 mb. e $\leqq$ −6 mb. Nº años: 11. Años: grupos 1 y 2. Lapso: días −5 a +19.
18. Efectos de x(VM) = Máximo $\geqq$ +4 mb. sobre las anomalías significativas de X(S), X(PA), X(JF), X(VM), X(MP), X(IG), X(RG), X(60/80), X(ID), X(IO), X(SM), X(GB), x(VM), X(MB) y TT(R). Nº años: 6. Años: grupo 2. Lapso: días −5 a +19. Incluye el trazado de cartas diarias de isoanomalías significativas.
19. Cómputo de X(RG)sg. siguientes a x(VM) = Máximo $\geqq$ +4 mb. para casos de X_{13}(RG) $\geq$ +4 mb. y de X_{13}(RG) $\leqq$ −4 mb. Nº años: 6. Años: grupo 2. Lapso: días −5 a +19.
20. Anomalías significativas de X(VM), x(VM) y U(VM) siguientes a x(VM) = Máximo $\geqq$ +4 mb. para casos de X_8(PD) $\geqq$ +6 mb. y de X_8 (PD) $\leqq$ −6 mb. Nro. años: 6. Años: Grupo 2. Lapso: días −5 a +19.
21. Anomalías significativas de X(S), X(PA), X(JF), X(VM), X(MP), X(IG), X(RG), X(SP), X(60/80), X(IO), X(SM), X(GB) y TT(R), siguientes a x(VM) = Máximo $\geqq$ +4 mb. cuando X_8(PD) $\geqq$ +6 mb. y X_8(PD) $\leqq$ −6 mb. Nro. años: 6. Años: Grupo 2. Lapso: días −5 a +19. Incluye el trazado de cartas diarias de isonomalías significativas.

22. Cómputo de X(RG)sg. siguientes a x(VM) = Máximo $\geqq$ +4 mb. cuando X_{-3} (VM) $\geqq$ +3 mb., +2/−2 mb. e $\leqq$ −3 mb. N° años: 11. Años: grupos 1 y 2. Lapso: días −5 a +19.
23. Anomalías significativas de x(VM), X(VM), X(RG), X(MB) y X(V) vinculadas a Mínimos Independientes en V. Mercedes. Nro. de temporadas (verano e invierno): 6. Años: 1955, 1956, 1958 y 1959. Lapso: días −5 a +15.
24. Efectos de X'(MB) (md. 3 ds.) = Máximo $\geqq$ +4 mb. sobre X(VM)sg., x(VM)sg., U(VM)sg. y X(MB)sg. Nro. años: 5. Años: Grupo 2. Lapso: días −5 a +19.
25. Correlación entre X(VM) y X(MB). Nro. meses: 10. Años: Grupo 2. Lapso: días −5 a +5.
26. Anomalías significativas de X(RG), x(RG) y U(RG) siguientes a x(VM) = Mínimo $\leqq$ −4 mb., vinculadas a X_{17}(MB) (md. 3 ds.) $\geqq$ +4 mb. y a X_{17}(MB) (md. 3 ds.) $\leqq$ −4 mb. Nro. años: 5. Años: Grupo 2. Lapso: días −5 a +19.
27. Porcentajes de diferentes duraciones de períodos con X(MB) (md. 3 ds.) > 0 y X(MB) (md. 3 ds.) < 0 y de duración de los ciclos en el Mar de Bellinghaussen. N° años: 5. Años: Grupo 2.
28. Tabla para el cálculo directo del coeficiente de significación y de la corrección en función de N.

CAPITULO 1

VERIFICACIONES RELATIVAS A LA RADIACIÓN SOLAR Y COMPROBACIONES AFINES

1.1. *Anomalías remanentes de la presión en Villa Mercedes*

Las anomalías de la presión en V. Mercedes (y en otras estaciones) son afectadas, entre diversos factores, por la propagación de fenómenos que vienen del Pacífico, por el efecto dinámico de la Cordillera de los Andes y por el efecto de persistencia (ver ([3]) en Bibliografía).

La expresión de la función perturbadora (calculada con las observaciones de abril de 1947, julio de 1948, agosto de 1949 y enero de 1950) es:

$$U_0(VM) = 0{,}39\ X_{-1}(VM) - 0{,}37\ X_0(grd) + 0{,}32\ X'_{-1}(IG)$$

cuyos valores de anomalías están referidos al promedio del mes con que se trabaja.

Las anomalías remanentes se obtienen haciendo:

$$x(VM) = X(VM) - U(VM)$$

1.2. *Verificaciones respecto de x(VM)*

La primera verificación se relacionó con propagaciones desde el oriente, que pudieran influenciar a x(VM). (Cómputo 1).

De acuerdo al mismo, se nota un muy ligero efecto de propagación de las X'(PA) correspondientes a 48 horas antes, sobre las x'(VM) y, también, una tendencia a oscilar en forma opuesta para las variaciones simultáneas. Como Porto Alegre se halla en el borde del anticiclón permanente del Atlántico Sur y V. Mercedes en el extremo de la zona depresionaria térmica continental, esta tendencia podría representar una vinculación circulatoria de la atmósfera. Para un día después de los x'(VM) se registra la correlación positiva ligada a la propagación normal desde el oeste.

La segunda verificación se refirió a propagaciones desde el sur (ver Cómputo 2). Las expresiones son:

$$X'_0(VM) = 0{,}200\ X'_{-1}(RG) \qquad x'_0(VM) = 0{,}028\ X'_{-1}(RG) - 0{,}10$$
$$X'_0(VM) = 0{,}145\ X'_0(RG) \qquad x'_0(VM) = 0{,}025\ X'_0(RG) - 0{,}15$$

Se deduce, entonces, que la influencia de las variaciones barométricas en Río Gallegos, sobre las variaciones de las anomalías remanentes en V. Mercedes, es despreciable a los fines prácticos (del orden del 2,5 %).

La tercera verificación consistió en un nuevo cálculo de la función perturbadora en V. Mercedes, para meses exclusivamente invernales (ver Cómputo 3). La nueva expresión ($R^2 = 0.603$) dio:

$$U_0(VM) = 0{,}48\ X_{-1}(VM) - 0{,}29\ X_0(grd) + 0{,}21\ X'_{-1}(IG)$$

y si bien difiere de la enunciada en 1.1. y utilizada en los presentes estudios, mantiene los términos en el mismo orden de magnitud. Aplicadas ambas fórmulas a las observaciones de abril y mayo de 1935, dieron cifras que no se alejaban en grado tal que justificaran un recómputo de lo calculado.

En cuanto a las diferencias de fecha entre las ocurrencias de puntos singulares, por ejemplo entre mínimos individuales en x(VM) y los mínimos en la media móvil de 3 días de x(VM), se registra (5 años de observaciones de abril a septiembre):

—el mínimo en la media móvil de 3 días precede en 1 día al mínimo individual: 35 % de los casos.

—ambos mínimos son simultáneos: 36 % de los casos.

—el mínimo en la media móvil de 3 días ocurre 1 día después del mínimo individual: 24 % de los casos.

1.3. *Determinación de las anomalías remanentes de la presión en Río Gallegos.*

Al calcular la función perturbadora en Río Gallegos, U(RG), se encontró que las variaciones de la presión en I. Guafo, correspondientes al día anterior al de la fecha, no señalaban acción apreciable sobre Río Gallegos, en razón de que las circunstancias eran de casi simultaneidad.

La fórmula, cuyo $R^2 = 0{,}511$, es la siguiente (Cómputo 4):

$$U_0\,(RG) = -\,0{,}66\ X_0\,(grd) + 0{,}38\ X_{-1}\,(RG)$$

estando las anomalías referidas al promedio del mes con que se trabaja.

Las anomalías remanentes se determinan de manera similar al caso de V. Mercedes, haciendo:

$$x(RG) = X(RG) - U(RG)$$

1.4. *Vinculaciones entre las x(VM) y las x(RG)*

La correlación es muy pequeña (Cómputo 5), pero revela la tendencia de los valores negativos de x(VM) a ser acompañados y seguidos por valores positivos en Río Gallegos ($r_4 = -0{,}16$) (ver Capítulo 2).

1.5. *Vinculaciones de las anomalías de la radiación solar, r(S)*

Como se dijo en la introducción de este trabajo, existía la posibilidad de algún grado de conexión entre la radiación solar (fuera de la atmósfera) y la presión (ver ([1]) en Bibliografía).

Se efectuaron diversas investigaciones, utilizando para la radiación solar los valores determinados por la Smithsonian Institution. La primera investigación versó sobre los mínimos individuales en x(VM) $\lesseqgtr$ −4 mb. (Cómputo 6).

Los resultados señalan una ligazón, aun cuando pequeña, entre los mínimos en x(VM) y las anomalías de la radiación solar, de manera tal que dichos mínimos aparecen precedidos por una onda en r(S), con un seno el día −4 (−0,3 milés.) y un máximo el día −1 (+0,2 milés.). La causa de exigüidad en la correlación puede residir ya sea en la ausencia de una conexión estrecha debida a distintos factores, en interferencias no tenidas en cuenta o ignoradas, en imperfección en las determinaciones de la radiación, o en una combinación de las mismas.

El paso inmediato se centró en la búsqueda de efectos de los máximos y mínimos de la media móvil de 3 días de r(S) sobre la presión de Río Gallegos, en Islas Orcadas y sobre x(VM). (Cómputo 7).

Las anomalías significativas muestran un vínculo entre la radiación solar y el barómetro en Río Gallegos, con la particularidad de que las fluctuaciones de este último parecen anticiparse a las fluctuaciones en r(S) (X_{-1}(RG) sg. = +3,8 mb y X_{-2}(RG) sg. = −1,6 mb., según el caso) e implicando, con ello, que ambas obedecerían a un tercer agente no identificado.

Con respecto a x(VM), los resultados son congruentes, con diferencia de 1 día, entre el caso de x(VM) = Mínimo precedido por r(S) sg. = Máximo el día −1, y el caso de r(S) (md. 3 ds.) = Máximo, acompañado por un mínimo en x(VM) sg. el día 0. Las cosas son menos claras para la evolución de x(VM) cuando se parte de mínimos en r(S).

No disponemos de explicación para un pico negativo que se nota en x(VM), 4 días más tarde del máximo en r(S).

1.6. *Determinación de las "anomalías calculadas" de la radiación solar, r(SC)*

La posibilidad de imprecisiones en las mediciones de la radiación solar extraatmosférica efectuadas por la Smithsonian Institution, así como la posibilidad de la presencia de un tercer agente no identificado, indujo a buscar un método que combinara a r(S) con las observaciones barométricas. En concreto, ello equivalía a

determinar "anomalías calculadas" de la radiación, r(SC), en base a anomalías de la presión.

El primer intento, fundado en las anomalías remanentes en V. Mercedes, x(VM), y en las variables de la función perturbadora en dicho punto, U(VM), no tuvo éxito aceptable. (Cómputo 8).

El segundo intento se cumplió en base a las anomalías remanentes en Río Gallegos, x(RG), y a las variables de la función perturbadora en esa estación, U(RG), (ver 1.3.), utilizándose, al igual que en el ensayo anterior, las observaciones de abril a septiembre de 1935 a 1939.

Se confeccionó un casillero en función de diversas instancias de x(RG) y de las componentes de U(RG), promediándose los valores de r(S) correspondientes a cada casilla, para los días 0, 1 y 2. El cálculo de las fórmulas de regresión múltiple dio las siguientes expresiones y coeficientes de determinación:

$$r_0\,(SC) = 0{,}015\ X_0\,(grd) + 0{,}033\ X_{-1}\,(RG) + 0{,}014\ x_0\,(RG) \qquad R^2 = 0{,}256$$

$$r_1\,(SC) = -\ 0{,}010\ X_0\,(grd) + 0{,}020\ X_{-1}\,(RG) + 0{,}035\ x_0\,(RG) \qquad R^2 = 0{,}265$$

$$r_2\,(SC) = -\ 0{,}020\ X_0\,(grd) + 0{,}006\ X_{-1}\,(RG) + 0{,}039\ x_0\,(RG) \qquad R^2 = 0{,}210$$

De entre las tres expresiones se seleccionó para el cómputo la de r_1(SC), no sólo por ser la de más alto coeficiente de determinación, sino por la tendencia registrada (Cómputo 7) en las fluctuaciones del barómetro en Río Gallegos, de evolucionar en adelanto respecto de la radiación. Por otra parte, el signo de los términos coincide con lo lógico, ya que si la tendencia entre r(S) y X(RG) (y las presiones en la región austral) es a oscilar con el mismo signo (excepto por una diferencia de 1 ó 2 días), el signo del término perteneciente a las anomalías del gradiente Valparaíso - I. Guafo debe ser negativo.

1.7. *Correlaciones de las anomalías calculadas de la radiación solar*

Con los valores de r(SC) diarios calculados se efectuó el Cómputo 10.

El alto coeficiente de correlación positiva entre las r(SC) (md. 3 ds.) y las X(RG) para los días −1 a 1 ($r_0 = +0{,}70$), es la con-

secuencia lógica de la forma de cálculo de la primera de estas variables. Asimismo, la correlación positiva con X(VM) proviene de la influencia que las oscilaciones barométricas en el sur ejercen sobre el territorio argentino, lo que es más visible cuando se trabaja con cifras estadísticas.

Para x(VM) esta influencia es menor, ya que ha sido depurada de perturbaciones, efecto dinámico y persistencia, pudiendo notarse un leve efecto negativo en el día 2 para los casos de r(SC) (md. 3 ds.) $\geqq +0{,}3$, coincidente, en términos generales, con lo obtenido en el punto 1.5.

Pueden señalarse algunos efectos de cierto interés, tales la tendencia a anomalías negativas en la presión en Río Gallegos, 6 y 7 días después de valores positivos en r(SC) ($r_7 = -0{,}26$), y también la de anomalías en exceso en esa estación, 20 a 23 días más tarde de r(SC) negativos ($r_{21} = -0{,}24$). La diferencia en las magnitudes de (r) para r(SC) $\geqq +0{,}3$ y para r(SC) $\leqq -0{,}3$, en cada una de las fechas indicadas, parecería sugerir la presencia de efectos diferentes, según el fenómeno que se analice.

Las X(RG) sg. siguientes a r(SC) (md. 3 ds.) = Máximo $\geqq +0{,}4$ determinadas (Cómputo 11) en base a 6 años de registros (abril a septiembre de 1935, 1937, 1939, 1955, 1958 y 1961) muestran desvíos que coinciden, aproximadamente, con los resultados anteriores, así como similitud con los efectos de r(S) (md. 3 ds.) = Máximo, por lo menos hasta el día 10.

Como las anomalías de la presión son la consecuencia de acciones que se suceden y acumulan en el tiempo, los resultados ya referidos deben ser interpretados con criterio climático y estadístico, siendo lógico esperar que las correlaciones no sean altas.

CAPITULO 2

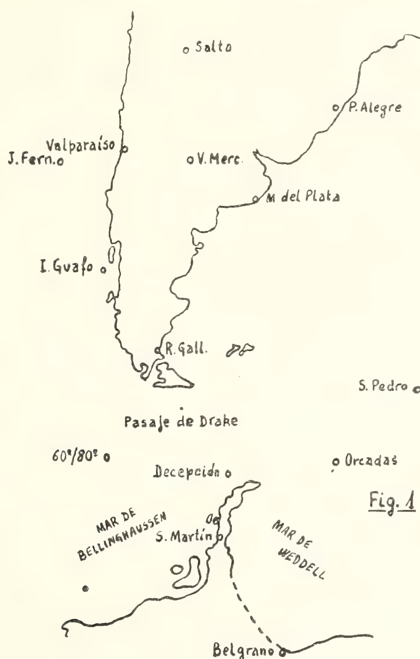
Efectos de los mínimos barométricos de origen regional de la zona mediterránea argentina

La estación elegida como piloto de los mínimos barométricos en la zona mediterránea fue Villa Mercedes (San Luis), ubicada en el extremo austral del extenso corredor árido formado entre la Cordillera de los Andes y las serranías de Córdoba y San Luis.

Con el método citado en 1.1. se calcularon las anomalías remanentes, x(VM), correspondientes a los meses de abril a septiembre de 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1955, 1956, 1958, 1960, 1961 y 1962.

2.1. *Correlación entre las anomalías barométricas en V. Mercedes y las anomalías remanentes precedentes*

Se calcularon los coeficientes de correlación (r) utilizando el método (q) (ver (2) en Bibliografía), entre las medias móviles de 3 días de las anomalías barométricas totales en V. Mercedes X(VM) (md. 3 ds.) y las precedentes medias móviles de 3 días en



las anomalías remanentes en dicha estación, x(VM) (md. 3 ds.), desde 20 días antes, con el objeto de buscar eventuales vinculaciones. (Cómputo 12).

El resultado muestra la relación lógica a esperar para la simultaneidad ($r_0 = +0{,}56$) y también una correlación débil inversa para las x(VM) del día −4 ($r_{-4} = -0{,}22$). En otras palabras,

que los efectos regionales positivos (o negativos) tienden a ser seguidos por anomalías totales negativas (o positivas), 4 días más tarde.

Como las bajas temperaturas se asocian, por lo común, con presiones altas, la correlación inversa correspondiente al intervalo de 4 días resulta coincidente con lo mencionado en el trabajo del punto ([4]) de la Bibliografía, en lo que se refiere a la formación de depresiones en la Argentina Central 3 días antes de las olas de frío.

2.2. *Anomalías significativas de la presión en V. Mercedes y Río Gallegos, que siguen a máximos y mínimos en las anomalías remanentes en V. Mercedes.*

La etapa siguiente residió en el cálculo de las anomalías significativas de la presión en V. Mercedes y en Río Gallegos, que siguen a los puntos singulares de máximos y mínimos en la media móvil de 3 días de x(VM).

Se tomaron los casos de x(VM) (md. 3 ds.) = Máximo $\geq$ +2,7 mb. y de x(VM) (md. 3 ds.) = Mínimo $\leq$ −2,7 mb. En cada instancia se formaron series, las primeras (58 máximos y 57 mínimos), con los casos de 1935, 1936, 1937, 1938 y 1939, y las segundas (60 máximos y 60 mínimos), con los de 1955, 1956, 1958, 1960, 1961 y 1962. El lapso abarcado va desde 5 días antes del evento hasta 19 días después. Las anomalías individuales fueron referidas a las medias mensuales de 5 y 6 años respectivamente. (Cómputo 13).

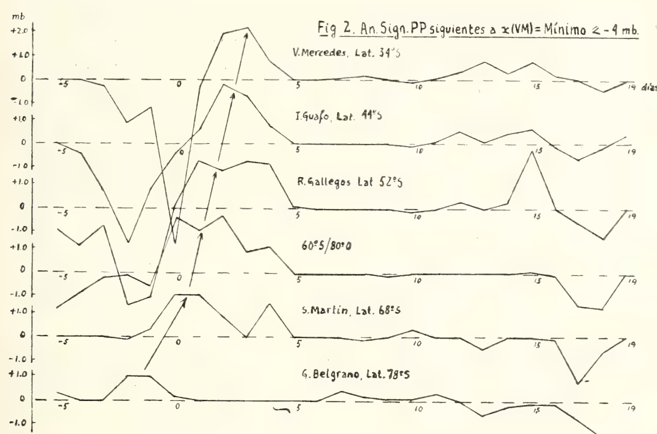
El examen revela para Río Gallegos, y en los casos de mínimos en x(VM), una tendencia de cierta consideración a desvíos positivos en la presión (+2,4 mb.) 12 días más tarde (también visible en V. Mercedes) y de desvíos negativos 18 días después (−1,0 mb.). Puede notarse, asimismo, el crecimiento de la presión en la región sur conectada a los mínimos en x(VM) (+4,5 mb. significativos en Río Gallegos el día 2).

En cuanto a las oscilaciones en X(VM), ellas coinciden con las indicaciones del Cómputo 12 hasta el día 8.

2.3. *Anomalías significativas de la presión en Sud América, Antártida y mares vecinos, siguientes a mínimos individuales en x(VM).*

El paso ulterior estuvo destinado a investigar las consecuencias que siguen a los mínimos en x(VM), tomando ahora los valores individuales, en cuanto a la evolución del barómetro en las regiones indicadas (véase punto ([1]) de la Bibliografía) (fig. 1).

El Cómputo 14 se refiere a las anomalías significativas de la presión, luego de x(VM) = Mínimo $\lesssim$ −4 mb. El número de acaecimientos por año es el que a continuación se anota entre paréntesis: 1955 (23), 1956 (11), 1958 (22), 1960 (15), 1961 (18) y 1962 (14).



Tanto en el Cómputo 14 como en el artículo ([1]) citado en la Bibliografía y en la figura 2 puede verse, un par de días antes del mínimo en las anomalías barométricas regionales de la zona mediterránea argentina, la aparición de un alza en el continente antártico, la cual se desplaza al Mar de Bellinghaussen el día 0 y se propaga luego hacia Chile y la Argentina Central, produciendo el descenso de la temperatura que detecta Rosario el día 3. Podemos suponer que el fenómeno implica un reajuste del campo barométrico, traducido en la generación de una onda polar y su canaliza-

ción, todo ello originado por las causas que, en la región mediterránea argentina, se ponen de manifiesto a través del mencionado mínimo en x(VM).

Se observa después la aparición de un incremento de la presión (días 13 a 15) (X_{15}(RG)sg. = +2,5 mb.) en la extensión atlántica de la Patagonia y, finalmente, la formación de un área depresionaria (días 17 y 18) sobre el Mar de Bellinghausen y Antártida Sudamericana. La curva correspondiente a dicho mar (fig. 3), que compendia las anomalías en San Martín, Decepción y en el punto 60° S, 80° O, y posterior cálculo de las anomalías significativas, resulta muy interesante y muestra, luego de 12 días de "calma" (del 5 al 16), la inflexión de los días 17 y 18, que se presenta como una "resonancia", o "eco" estadístico y climático, de las causas originales.

Es difícil ensayar una explicación de este fenómeno que parece sugerir un comportamiento de "cuerpo elástico" de la atmósfera.

En cuanto a Rosario (S. Fe), las oscilaciones de la temperatura presentan, en general, acuerdo con las variaciones del gradiente P. Alegre - V. Mercedes, el cual define la circulación norte-sur del aire en superficie.

Si volvemos a la curva del Mar del Bellinghaussen, encontramos estos porcentajes de anomalías negativas para el día 17:

Punto 60' S., 80°O	61 °/₀
Isla Decepción	51 »
Base General San Martín	55 »
Media de 3 días del Bellinghaussen	56 »

2.4. *Investigación de las circunstancias iniciales para distintas evoluciones en el Bellinghaussen, 17 días después de x(VM) = Mínimo.*

El objeto fue investigar si existían circunstancias iniciales diferentes para los casos de anomalías positivas o negativas, el día 17, en el Mar de Bellinghaussen. A tal efecto se seleccionaron las fechas de los x(VM) = Mínimo, que se vinculaban, 17 días más tarde, con anomalías barométricas positivas en la media móvil de 3 días del mar citado (X_{17}(MB) (md. 3 ds.) $\geqq$ +4 mb.) y negativas (X_{17}(MB) (md. 3 ds.) $\leqq$ −4 mb.). (Cómputo 15).

La marcha de las anomalías remanentes en V. Mercedes, x(VM), no presenta, aparte del seno común del día 0, desvíos que autoricen a suponer acciones posteriores relacionadas con x(VM).

El Cómputo 15 comprende el cálculo de las anomalías significativas de la presión en una cantidad de lugares que cubren el sector en estudio (fig. 1), así como las anomalías significativas de la temperatura a 09 hs. en Rosario, TT(R). En todos los casos, salvo Rosario, las anomalías en cada serie se tomaron con respecto a la media del período abril-septiembre de cada año.

El examen comparativo de los valores no muestra diferencias fundamentales, para una y otra instancia, en los días vecinos al día 0, excepto en San Pedro (Georgia del Sur) y en Orcadas, en especial en la primera, para el día -2 (X_{-2}(SP)sg. $= +1{,}1$ mb. en un caso y $-2{,}3$ mb. en el otro) y, también para los días 4 y 5. Además, se nota un distingo de interés en Río Gallegos, el día 8 ($-2{,}3$ mb. y $+1{,}2$ mb.).

No quiere decir esto que la evolución bárica en San Pedro y zonas vecinas, vinculada a los fenómenos que ocasionan el mínimo en x(VM), actúe como factor encaminante hacia una u otra instancia en el Bellinghaussen, pero permite suponer una respuesta a algún tipo de causa, causa que, estadísticamente, se manifiesta de la manera expresada sobre las anomalías en San Pedro.

Los porcentajes de acaecimientos X_{17}(MB) $\overline{>}$ $+4$ mb. y de X_{17}(MB) $\overline{<}$ -4 mb., que suceden a x(VM) = Mínimo, en función de circunstancias previas (datos de 1955, 1956, 1958, 1960, 1961 y 1962) son:

		Cuando	
		X_{17} (MB) $\overline{>} +4$	X_{17} (MB) $\overline{<} -4$
X_{-2} (SP)	Posit.	66 %	37 %
	Negat.	34 »	63 »
X_5 (SP)	Posit.	66 »	52 »
	Negat.	34 »	48 »
X_8 (RG)	Posit.	32 »	57 »
	Negat.	68 »	43 »

La verificación inversa, es decir, la determinación de las anomalías significativas partiendo de las distintas condiciones iniciales fue motivo del Cómputo 16, comprendiendo tanto lo referente al Mar de Bellinghaussen como a Río Gallegos, y agregándose, en

adición para este último (Cómputo 17) las instancias correspondientes al día 0. En este caso las anomalías significativas se calcularon en base a dos grandes series: 1935-1939 (5 años) y 1955-1962 (6 años).

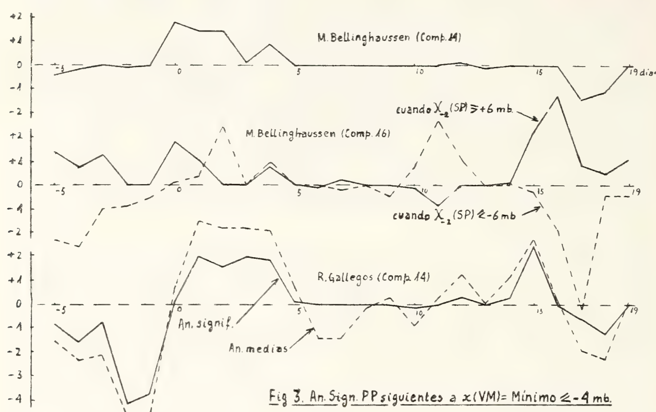


Fig 3. An. Sign. PP siguientes a x(VM)= Mínimo ≤ -4 mb.

Los resultados para el Mar de Bellinghaussen (fig. 3) confirman las previsiones para los días 16 y 17, en cuanto a su conexión con X_{-2}(SP) y revelan, asimismo, que ésta no es la causa determinante sino manifestación de otros factores. Los porcentajes de desvíos positivos y negativos en esos días y en el referido mar son:

Cuando	Positivo	Negativo
X_{-2} (SP) ≥ + 6..............	61 %	39 %
X_{-2} (SP) ≤ - 6..............	37 »	63 »

En un trabajo anterior (ver (4) en Bibliografía), habíamos determinado que la ocurrencia de "mínimos independientes" en la región mediterránea argentina, esto es, mínimos barométricos que tenían lugar con presiones sobre la normal en Río Gallegos, era seguida por áreas depresionarias en el Mar del Bellinghaussen, 5 días después, y que estas áreas también se hacían sentir en Río Gallegos.

El Cómputo 17 dio una confirmación de lo antes expresado, en

CUADRO 1

Evolución de los fenómenos siguiente a x (VM) = Mínimo, para casos de anomalías barométricas positivas (≥ + 4) y negativas (≤ — 4) el día 17, en el Mar de Billinghaussen. Abril a septiembre, 1955, 1956, 1958, 1960, 1961 y 1962.

Días	Caso A : X_{17} (MB) ≥ + 4 mb	Caso B : X_{17} (MB) ≤ — 4 mb
—3 a —2	Anomalías positivas en las vecindades de San Pedro. Componente anómala del flujo del aire (superficie) en el tramo R. Gallegos-San Pedro : norte.	Anomalías negativas sobre San Pedro. Componente anómala del flujo del aire (superficie) en el tramo R. Gallegos-San Pedro : sur.
—2		Comienzo de la formación del área positiva sobre el Continente Antártico.
0	Formación del área positiva al sudoeste de T. del Fuego.	Aparición del área positiva sobre la costa sur del Mar de Bellinghaussen.
3		El área positiva cubre todo el país.
5	Area positiva al norte de San Pedro.	Area negativa al norte de San Pedro.
8	Formación de un área negativa en los 62° S, 80°O.	Formación de un área positiva en los 62° S, 80°O.
12	Aparición de un área negativa al oriente del Uruguay.	
12	Comienzo de la formación del área positiva sobre el Continente Antártico.	Comienzo de la formación del área negativa sobre el Continente Antártico.
16	Intensificación del área positiva sobre el Mar de Bellinghaussen.	Intensificación del área negativa sobre el Mar de Bellinghaussen.

la anomalía significativa de $-2,6$ mb. en Río Gallegos, correspondiente al día 5, cuando $X_0(RG) \geqq +6$.

Los porcientos de casos con anomalías barométricas positivas y negativas en Río Gallegos, en los días 5 y 10, luego de $x(VM)$ = Mínimo y diferentes circunstancias de $X_0(RG)$, son:

X_0 (RG) =	X_5 (RG)		X_{10} (RG)		N
	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	
$\geqq +6$........	38 %	62 %	68 %	32 %	33
$+5/-5$........	55 »	45 »	51 »	49 »	50
$\leqq -6$........	49 »	51 »	38 »	62 »	39

Por otra parte, el Cómputo 17 y el 16 parecen indicar, en adición a las fluctuaciones erráticas que puedan afectar los resultados, la existencia de acciones diferenciales, implicando con ello que los fenómenos inversos no van seguidos, necesariamente, por efectos opuestos sino distintos.

La investigación fue continuada mediante el trazado de las cartas de isoanomalías significativas de la presión (período 1955-1962), para cada una de las circunstancias del día 17 en el Bellinghaussen, con el objeto de tener una visión de conjunto de la evolución de los acaecimientos. El resumen sinóptico se encuentra en el Cuadro 1.

En cuanto a la función perturbadora en V. Mercedes, $U(VM)$, el Cómputo 15 señala que para anomalías positivas, el día 17, en el Bellinghaussen, el mínimo en $x(VM)$ coincide con efectos perturbadores positivos (+1.1 mb.), en tanto que para $X_{17}(MB) \leqq -4$ mb., los efectos perturbadores positivos tienen su máximo el día 3 (+2.4 mb.).

Estas particularidades se reflejan también en Río Gallegos, con máximos en $X(RG)$ en los días 1 y 4, respectivamente (+2.5 mb. y +3.2 mb.).

CAPITULO 3

Efectos de los máximos barométricos de origen regional de la zona mditerránea argentina

Para esta instancia se procedió de manera similar a la del Capítulo 2, pero ahora referida a los casos de máximos en las anomalías remanentes de la presión en V. Mercedes.

El Cómputo 13 contiene las anomalías significativas en V. Mer cedes y en Río Gallegos, vinculadas a los máximos ($\geqslant +2,7$ mb.) en la media móvil de 3 días de x(VM) y fundadas en las dos grandes series: 1935/1939 y 1955/1962. Los X(RG)sg van de +6.0 mb. el día −2 a −2.9 mb. el día 2 (Fig. 4).

3.1. *Anomalías significativas de la presión en estaciones sudamericanas, antárticas y en mares vecinos, siguientes a máximos individuales en las anomalías remanentes en V. Mercedes.*

Mediante el Cómputo 18 se determinaron las anomalías significativas en las estaciones que cubren la parte austral de Sud América, mares lindantes y Antártida Argentina (Fig. 1). A continuación se indican los años utilizados y, entre paréntesis, el número de casos por año: 1955 (11), 1956 (8), 1958 (11), 1960 (14), 1961 (14) y 1962 (15). La fecha 0 es la de x(VM) = Máximo $\geqslant +4$ mb. (valores individuales).

Las cartas de isonomalías muestran los siguientes efectos estadísticos:

Día −3: Aparece un área de alza en la costa sudoeste de América del Sur, la cual se extingue el día −1.

Día 0: Se genera un área positiva en la región mediterránea argentina, la que marcha luego al noreste.

Día 1: Aparece una baja presión al oeste del Pasaje de Drake.

Día 4: El área de baja presión ocupa la Patagonia y se extiende hacia el centro del país.

Días 7 a 9: Circula, de oeste a este, una zona de baja por el Pasaje de Drake.

Día 17: Surge un área positiva en la costa sur del Mar de Weddell, aparentemente generada sobre el continente antártico, que avanza hacia el norte por sobre dicho mar.

Con respecto al máximo de +0,7 mb. en Río Gallegos, del día 13 (fig. 4) y que no acusan los cálculos del Cómputo 13, se practicó un estudio de la evolución de las anomalías barométricas en el lugar citado (Cómputo 19), para los casos de $X_{13}(RG) \geqslant +4$ mb. y de $X_{13}(RG) \leqslant -4$ mb. Aparte del pronunciado máximo (+5,2) correspondiente al día −2, vinculado a los $X_{13}(RG)$ negativos, no aparecen otros síntomas de consideración.

3.2. *Investigación de circunstancias iniciales para distintas evoluciones en el Pasaje de Drake, 8 días después de $x(VM)$ = Máximo.*

El análisis se centró en la búsqueda de circunstancias que definieran la ocurrencia, o no ocurrencia, del tránsito del área depresionaria, entre los días 7 y 9, por sobre el Pasaje de Drake. Las anomalías en ese Pasaje fueron computadas como el promedio de las anomalías en Río Gallegos. Isla Decepción y el punto 60°S, 80°O.

Promediadas las anomalías del día 8 en esos lugares, luego de $x(VM) =$ Máximo, se seleccionaron los casos de $X_8(PD) \gtrless +6$ mb. y de $X_8(PD) \lesseqgtr -6$ mb. Con los eventos de cada año utilizado se constituyó cada serie. El Cómputo 20 contiene un estudio referido a V. Mercedes, en lo que hace a sus anomalías totales, anomalías remanentes y función perturbadora. En él puede verificarse que es esta última la responsable de las fluctuaciones, en esa estación, relacionadas con las dos instancias elegidas para el Pasaje de Drake.

El Cómputo 21 abarca las anomalías significativas en las diferentes ubicaciones para cada condición de $X_8(PD)$ y también las anomalías significativas de la temperatura a 09 hs. en Rosario. Con los datos antes expresados se trazaron las cartas de isoanomalías, las que revelaron los fenómenos que se enuncian en el Cuadro 2.

El examen de las mismas sugirió que la situación en V. Mercedes del día -3, podría proporcionar un indicio útil respecto del desarrollo futuro en el Pasaje de Drake, luego del máximo en $x(VM)$.

Con propósitos de verificación se hicieron dos grandes series, una con las observaciones de 1935 a 1939 (5 años) y otra con las de 1955 a 1962 (6 años), clasificando los $x(VM)$ = Máximo en función de tres situaciones de $X_{-3}(VM)$. La magnitud de 3 mb. utilizada en esta clasificación distribuye los casos en tres grupos aproximadamente equivalentes en número. Las anomalías significativas fueron computadas en base a los resultados de las dos grandes series señaladas, tomándose a Río Gallegos como estación piloto de la situación en el Pasaje de Drake (Cómputo 22) (fig. 4).

De nuevo, lo encontrado parece indicar una acción diferencial de los fenómenos: cuando $x(VM)$ = Máximo es precedido por $X_{-3}(VM) \lesseqgtr -3$ mb., son de esperar anomalías positivas en Río Gallegos entre los días 8 y 9 (+2,3 mb. y +3,6 mb.), no siendo

CUADRO 2

Evolución de los fenómenos siguientes a x (VM) = Máximo $\overline{>} + 4$ mb, para casos de anomalías barométricas positivas y negativas en el Pasaje de Drake, el día 8. Abril a septiembre de 1955, 1956, 1958, 1960, 1961 y 1962.

Días	Caso A : X_8 (PD) $\overline{>} + 6$ mb	Caso B : X_8 (PD) $\overline{<} - 6$ mb
− 3	Area de baja presión sobre el oeste de Buenos Aires	Area de alta presión sobre I. Guafo que se extiende hacia la zona central argentina
3	Un área depresionaria, que había comenzado a formarse al oeste de Tierra del Fuego, se intensifica, desplazándose a territorio argentino al día siguiente	Un área depresionaria, que había comenzado a formarse al oeste de Tierra del Fuego, se intensifica, desplazándose a territorio argentino al día siguiente
5	Un área de alza del barómetro avanza desde la Antártida hacia el Mar de Bellinghaussen	Comienza a formarse un área de baja presión sobre el Mar de Bellinghaussen
8	El área de alza, muy intensificada, domina el Pasaje de Drake	El área de baja, muy intensificada, se encuentra sobre el Pasaje de Drake
12	Se ha formado un área depresionaria al oriente de la Pcia. de Buenos Aires	
18	El crecimiento de la presión sobre la Antártida Oriental afecta el Mar de Weddell	

cierta la inversa. Por otra parte, los x(VM) = Máximo asociados a X_{-3}(VM) $\geqq$ +3, arrojan anomalías negativas en Río Gallegos para los días 14 y 15 (−4,4 mb. y −3,5 mb.).

El porcentaje de casos de X(RG) positivos y negativos, en función de X_{-3}(VM) da (promediando las anomalías de los días indicados):

Días	Para: X_{-3} (VM) $\geqq$ + 3		X_{-3} (VM) = + 2/−2		X_{-3} (VM) $\leqq$ − 3	
	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
8 y 9	51 %	49 %	38 %	62 %	64 %	36 %
14 y 15.....	34 »	66 »	57 »	43 »	57 »	43 »
N..........	47		37		42	

Los porcentajes implican, de nuevo, el carácter estadístico-climático de los efectos.

CAPITULO 4

Análisis de los mínimos independientes en Villa Mercedes

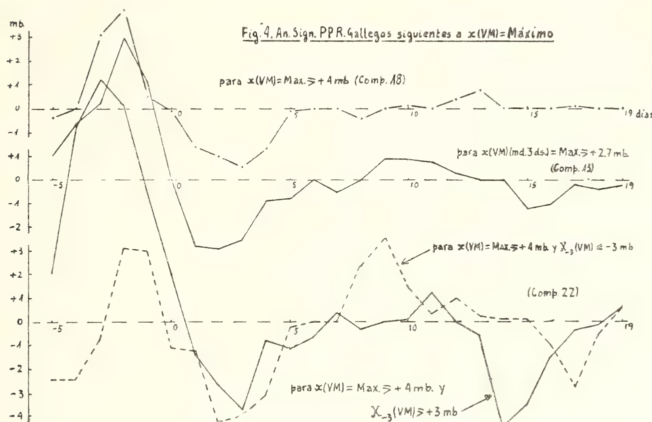
En un trabajo anterior (ver punto (4) de la bibliografía) y como ya se mencionó antes, se determinó que los mínimos barométricos en V. Mercedes, que ocurrían independientemente del pasaje de áreas depresionarias por la zona del Drake o, mejor dicho, con anomalías positivas en Río Gallegos, eran acompañados de alzas del barómetro en el Mar de Bellinghausen y seguidos por áreas de defecto, en dicho mar, entre 4 y 6 días luego del Mínimo Independiente.

El cálculo de las anomalías remanentes en V. Mercedes, x(VM), para los casos del estudio antes citado y la determinación de las anomalías significativas, fue motivo del Cómputo 23.

Dicho Cómputo resume observaciones de verano e invierno y en él puede notarse la coincidencia del mínimo en x(VM) (−4,8 mb.) con el mínimo en X(VM) (−6,8 mb.) y con un máximo en Río Gallegos, X(RG) (+6,5 mb.).

Este máximo en X(RG) tiende a ser precedido por el incremento de la presión en el Mar de Bellinghaussen, X(MB), con unas 12 horas de anticipación.

El día 5 se registra el mayor efecto negativo en el mar referido (−3,2 mb.) y en Río Gallegos (−2 mb.), continuando con otro



mínimo, en este último punto, el día 12 (−2.0 mb.). Los porcentajes de casos (días 4 a 6) con anomalías positivas y negativas en Río Gallegos y en el Mar de Bellinghausen (Decepción, 60°S/80°O, y San Martín), correspondientes a mínimos independientes (verano e invierno), son (N=45):

Días	Río Gallegos		Bellinghaussen	
	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
4	49 °/₀	51 °/₀	41 °/₀	59 °/₀
5	40 »	60 »	36 »	64 »
6	41 »	59 »	44 »	56 »

Los resultados anteriores concuerdan con los del Cómputo 17 (efectos sobre Río Gallegos de mínimos en x(VM) que tienen lugar con X_0(RG) ⋝ +6 mb.), salvo en cuanto al segundo mínimo, el

cual en este aspecto aparece ocurriendo entre los días 13 y 14 (−1,4 mb.).

CAPITULO 5

Verificaciones varias

5.1. *Efectos de los máximos de variación positiva (media móvil de 3 días) de la presión en el Bellinghaussen, sobre Villa Mercedes.*

En el capítulo 2 pudimos comprobar la elevación de la presión en el Mar de Bellinghaussen, proveniente de una onda polar producida en conexión con los mínimos en x(VM) (ver figs. 2 y 3). Ello indujo a analizar el caso inverso, esto es, la acción de los incrementos barométricos en ese mar sobre las anomalías en V. Mercedes, ya fuera para X(VM) como para x(VM) y la función perturbadora.

Con tal objeto se computaron las anomalías en el Mar de Bellinghaussen, tomando, como indicamos antes, el promedio, respecto de cada mes, de las anomalías de la presión en Isla Decepción, Base Gral. San Martín y la del punto 60° S, 80° O. Calculadas las variaciones día a día, se hizo la media móvil de 3 días de las mismas, seleccionándose las fechas de máximo incremento positivo $\geq$ +4 mb. Los períodos utilizados son los de abril a septiembre de los años 1955, 1956, 1958, 1960 y 1961. El término medio de máximos es de 16 por año.

El procedimiento de análisis fue el usual (Cómputo 24); para cada año se determinaron los valores de X(VM), x(VM), U(VM) y X(MB), desde 5 días antes hasta 19 días después del suceso en estudio, obteniéndose cinco series de valores y las anomalías significativas correspondientes.

La vinculación con x(VM), la parte de las anomalías de la presión que obedece a causas regionales de la zona mediterránea argentina, aparece bien marcada, con un mínimo (−1,4 mb.) al día siguiente de la máxima variación positiva en el Bellinghaussen. El efecto es similar al de un máximo de radiación solar. (Cómputos 6 y 7).

Con respecto a U(VM), la función perturbadora, los registros señalan que el referido máximo de variación positiva es precedido

por un pico negativo (día −1) (−1,3 mb.) en la mencionada función, sugiriendo algún tipo de relación con los fenómenos que ocurren en la región templada del océano Pacífico.

El análisis de la marcha de X(VM) parece indicar que los máximos de variación positiva (media móvil de 3 días) de la presión en el Bellinghausen son manifestaciones hasta cierto punto "equivalentes" a los mínimos en x(VM). En efecto, no solamente se observa, como fue ya señalado, el pico negativo en x(VM) un día después, sino también un seno en X(MB) en los días 18 y 19 (−0,5 mb.), es decir, a 17 y 18 días del citado mínimo en x(VM), intervalo igual al determinado en la investigación relativa a los efectos que siguen de mínimos en x(VM) (punto 2.3. y figura 5).

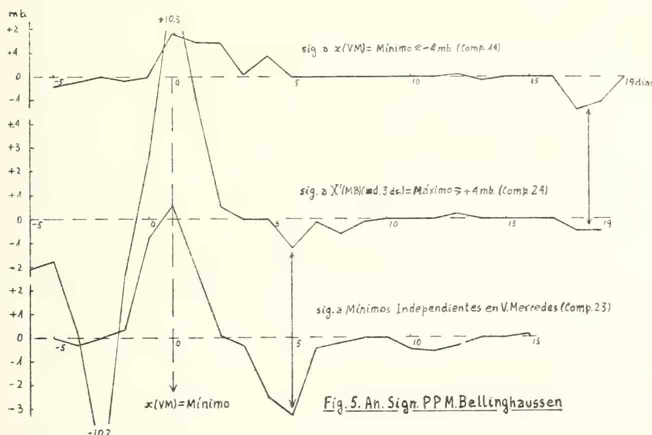


Fig. 5. An. Sign. PP M. Bellinghaussen

Existe una tercera coincidencia que orienta hacia la misma noción de "equivalencia" entre X'(MB) (md. 3 ds.) = Máximo y x(VM) = Mínimo, es la que se refiere a los mínimos independientes (Capítulo 4). El Cómputo 24 señala un mínimo estadístico en X(MB) correspondiente al día 6 (−1,2 mb.), o sea 5 días más tarde de x(VM) = Mínimo en dicho cómputo, el que tiene lugar con anomalías positivas simultáneas al sudoeste y sur de Tierra del Fuego (fig. 5). Si retornamos al Cómputo 23, sobre los mínimos independientes, notaremos que el lapso entre éstos y el seno en el Mar de Bellinghaussen es también de 5 días. Igual cosa revela el Cómputo 17.

5.2. *Correlación entre las anomalías barométricas en V. Mercedes y en el Mar de Bellinghaussen.*

El Cómputo 25 se refiere a un cálculo de correlación directa entre las anomalías en V. Mercedes, X(VM) y las del Bellinghaussen, X(MB), ambas respecto de los promedios de cada mes considerado.

Puede notarse allí (días negativos) la propagación ($r_{-3} = +0{,}23$), desde el sudoeste, de las oscilaciones del campo barométrico y el efecto de alza que las anomalías negativas en V. Mercedes inducen sobre las anomalías en el Mar de Bellinghaussen entre los días 0 y 4 ($r_3 = -0{,}23$). Lo encontrado es congruente con lo que se ha venido exponiendo.

5.3. *Efectos de los mínimos en x(VM) sobre las componentes de las anomalías de la presión en Río Gallegos, según las circunstancias de $X_{17}(MB)$.*

Como se vio en el capítulo 2, los mínimos en x(VM) tienden a ser seguidos, 17 días después, por anomalías negativas en el Mar de Bellinghaussen.

Mediante un estudio del comportamiento de las anomalías barométricas en Río Gallegos y de sus componentes, se trató de confirmar el desplazamiento, desde la Antártida y a partir del día 12, de las áreas de alta y de baja que dan lugar al fenómeno del día 17 en el Bellinghaussen (Cuadro 1), así como el comportamiento inicial de x(RG).

Con el Cómputo 26 se determinaron las anomalías significativas de X(RG), x(RG) y de la función perturbadora, U(RG), según las instancias en el Mar de Bellinghaussen, 17 días después de x(VM) = Mínimo.

En él se pone de manifiesto, en la función perturbadora que proviene de la zona templada del Pacífico, la onda negativa predecesora del mínimo en x(VM), así como la elevación de la presión en Río Gallegos, X(RG), debida a la componente local (+ 1,1 mb.) e inmediata al mínimo expresado. En cuanto a x(RG), no presenta en la época inicial diferencias de consideración en uno y otro caso.

Puede verse, además, que los excesos y defectos en Río Gallegos, ligados a los excesos y defectos del día 17 en el Mar de Bellinghaussen, se deben más a acciones regionales subantárticas que a propagaciones desde el Pacífico templado.

No disponemos de explicación para el pico positivo del día 5 (+2,5 mb.) en la función perturbadora (casos de X_{17}(MB) negativos) y, en cuanto a los defectos barométricos en esa función (U_{10}

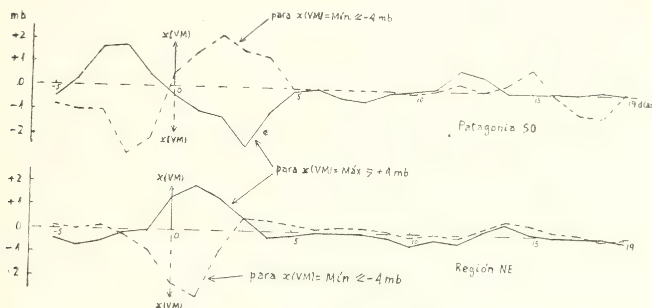


Fig 6. Promedios de An. Sign. PP (Comps. 14 y 18)
Patagonia SO: I. Guafo; R. Gallegos y 60°S/80°O
Región NE: Salta, P. Alegre y M. del Plata

(RG) sg. = −2,9 mb.) correspondientes a los días 9 a 11 (casos de X_{17}(MB) positivos), ellos se vinculan a un área depresionaria que, para esas fechas, oscila entre la Patagonia austral y el Mar de Bellinghaussen.

5.4. *Duración de los períodos de exceso y defecto de la presión en el Mar de Bellinghaussen.*

Con fines estadísticos se realizó un estudio sobre la duración de los lapsos en los cuales la media móvil de 3 días de la presión, en el Mar de Bellinghaussen, se mantenía por encima o por debajo de la normal, así como respecto de la duración de los ciclos.

Los resultados (Cómputo 27) se refieren a los porcientos de casos para los distintos lapsos, según lo registrado en los meses de abril a septiembre de 1955, 1956, 1958, 1960 y 1961. Puede notarse que el 34 % de los ciclos tiene una duración comprendida entre 7 y 10 días y que el 80 % tiene una duración menor de 20 días.

CAPITULO 6

Conclusiones

Del examen de las investigaciones realizadas se desprende:

6.1. Como las anomalías de la presión son la consecuencia de fenómenos que se suceden y acumulan en el tiempo, los resultados que siguen deben ser interpretados con criterio climático, siendo lógico esperar que las correlaciones no sean altas. Por otra parte, no debe olvidarse que esos resultados son de índole estadística.

6.2. Las investigaciones parecen sugerir efectos diferentes más bien que opuestos, en las consecuencias provenientes de acaecimientos inversos.

6.3. Las anomalías remanentes de la presión, determinadas para V. Mercedes y Río Gallegos, representan satisfactoriamente las acciones locales de la región (en superficie y en altura).

6.4. Existe una pequeña vinculación entre las oscilaciones de la radiación solar (medida por la Smithsonian Institution) y las anomalías barométricas remanentes en V. Mercedes. Un máximo de radiación tiende a ser casi simultáneo con un seno en dichas anomalías. La relación no es clara para los mínimos en la radiación.

6.5. El vínculo entre la radiación y las oscilaciones de la presión en Río Gallegos es más marcado, con la particularidad que esas oscilaciones tienden a preceder, con el mismo signo, a los máximos y mínimos en la radiación solar y sugiriendo que ambas variables podrían obedecer, o estar relacionadas, con un tercer agente no identificado.

6.6. Mediante el empleo de las anomalías barométricas remanentes en Río Gallegos y las componentes de la función perturbadora en este punto, es posible determinar números que representen lo que llamamos "anomalías calculadas" de la radiación solar. Las anomalías calculadas positivas ofrecen una muy pequeña correlación negativa (dos días después) con las anomalías remanentes de la presión en V. Mercedes, lo que concuerda, en principio, con lo indicado en 6.4. Con Río Ga-

llegos se registran ligazones de signo opuesto entre las fluctuaciones positivas de la radiación calculada y las oscilaciones del barómetro 6 a 7 días más tarde, y también, entre las fluctuaciones negativas de la radiación calculada y los desvíos de la presión de 20 a 23 días después.

6.7. La ocurrencia de mínimos en las anomalías remanentes de la presión en la zona mediterránea argentina es precedida, estadísticamente, por un alza del barómetro en la Antártida Sudamericana. Esta alza se desplaza al Mar de Bellinghausen (día 0) y luego a Chile y a la Argentina (día 3) (fig. 2). Se verifica también que los máximos de variación positiva en el Mar de Bellinghausen van seguidos de un mínimo (día 1) en las anomalías remanentes en la región mediterránea argentina. Todo ello sugiere la existencia de un mecanismo de reajuste dinámico de la atmósfera entre la América del Sur y la Antártida.

6.8. Los mínimos antes referidos se vinculan, 17 a 18 días después, con un seno estadístico en la presión sobre el Mar de Bellinghausen, insinuando, luego de los 12 días de "calma" que lo preceden, un fenómeno de "cuerpo elástico" en la atmósfera (fig. 3).

6.9. Las causas que determinan la ocurrencia de desvíos negativos o positivos en el Mar de Bellinghausen, 17 días después del mínimo en las anomalías remanentes en la zona mediterránea argentina, parecen influir en los desvíos barométricos de los días -3 y -2 en San Pedro, pero sin que esto último sea el factor decisivo de la evolución en sí. Los desvíos positivos en San Pedro en los días citados (componente norte en la anomalía del flujo del aire en superficie entre Río Gallegos y San Pedro) tienden a ligarse con anomalías positivas en el Bellinghaussen, 16 días después del mínimo en las anomalías remanentes. A la inversa, los desvíos negativos en San Pedro (componente sur en la anomalía del flujo del aire en superficie entre Río Gallegos y San Pedro) son seguidos, generalmente, por oscilaciones negativas en el Bellinghaussen, 17 días más tarde del día 0 (fig. 3).

6.10. En ambos casos las áreas de alta o de baja presión, que se manifiestan en el mar nombrado, se originan sobre el continente antártico a partir del día 12. El análisis de las anomalías re-

manentes y función perturbadora en Río Gallegos confirma el origen antes expresado.

6.11. Se verificó nuevamente, mediante las observaciones de Río Gallegos, la generación de áreas depresionarias al sudoeste de Tierra del Fuego y Mar de Bellinghaussen, cinco días después de la ocurrencia de mínimos barométricos en la zona mediterránea argentina, cuando estos mínimos tienen lugar con presión sobre la normal en Río Gallegos.

6.12. Los máximos en las anomalías remanentes de la presión en la zona mediterránea argentina se vinculan: con la aparición de un área de baja sobre la Patagonia 3 a 4 días más tarde, con el tránsito de otra área depresionaria, esta vez por el Pasaje de Drake, entre los días 7 y 9, y finalmente, con el surgimiento de una zona de alta barométrica desde el continente antártico y por sobre el Mar de Weddell, 17 días luego del máximo.

6.13. El estudio de las circunstancias que conducen a valores positivos o negativos en el Pasaje de Drake, el día 8, lleva a conclusiones conceptualmente similares a las de 6.9, esta vez con V. Mercedes como estación relacionada con las causas desconocidas de una u otra evolución. Si bien las anomalías negativas en esa localidad, 3 días antes del máximo en las remanentes, se conjugan con fluctuaciones positivas en los días 8 y 9 en Río Gallegos (como estación piloto de lo que pasa en el Drake), el caso inverso no se traduce en acciones opuestas sino en desvíos negativos en los días 14 y 15 (fig. 4). Esto vuelve a implicar la hipótesis enunciada en 6.2.

6.14. La ocurrencia de mínimos y máximos en las anomalías remanentes de la presión en V. Mercedes presenta ondas asociadas en la región de la Patagonia sudoeste, incluida la costa del Pacífico. Los mínimos son anticipados (un par de días antes) por áreas depresionarias en dicha zona y seguidos por la onda de alta barométrica generada en la Antártida; los máximos, en cambio, son anunciados (2 ó 3 días antes) por un área anticiclónica formada al sudoeste de la Patagonia y seguidos por un área de baja presión que nace en la misma región. Estas áreas, salvo la de alta de origen antártico, aparecen y desaparecen sin desplazamientos mayores, a la manera de ondas estacionarias en el espacio (fig. 6).

6.15. Se comprueba que la ocurrencia de mínimos en las anomalías remanentes de la presión en V. Mercedes y la ocurrencia de máximos de variación positiva del barómetro en el Mar de Bellinghaussen, son fenómenos "equivalentes", con diferencia de un día, en cuanto a sus efectos sobre el mar mencionado (fig. 5).

6.16. Todo lo expuesto en el presente trabajo lleva a inducir que la búsqueda de consecuencias, que provienen de puntos singulares en las variables, requiere estudios vinculados a las distintas situaciones contemporáneas, o casi contemporáneas, en todas las regiones geográficas, ya que el carácter más bien diferente que opuesto, de las evoluciones que siguen a las situaciones inversas, no autoriza a extraer conclusiones "a priori", y además, por la condición no de causa sino de manifestación indirecta de agentes actuantes que parecen tener tales situaciones.

6.17. El estudio de la duración de los ciclos de la presión (media móvil de 3 días) en el Mar de Bellinghaussen, indica que un 34 % tienen una duración comprendida entre 7 y 10 días, y que el 80 % tienen una duración inferior a 20.

APENDICE

Método rápido para calcular el coeficiente de significación

Los resultados de verificaciones repetidas sobre un mismo fenómeno presentan, normalmente y como es sabido, diferencias entre sí. Estas diferencias pueden provenir de errores accidentales en la medición (los que tienden a anularse cuando cada resultado es el promedio de una cantidad considerable de mediciones), o de causas fortuitas, o bien de interferencias engendradas por otros agentes o factores actuantes.

El coeficiente de aglutinación (k) es un número que mide el grado de coherencia de las verificaciones realizadas (ver puntos ([2]) y ([4]) de la Bibliografía). Su expresión es:

$$k = \frac{(\Sigma x)^2}{N \Sigma x^2}$$

donde x: valor obtenido en cada verificación (medición o serie).
N: número de verificaciones (mediciones o series).

Si el coeficiente de aglutinación es utilizado para medir la coherencia de un grupo de anomalías, correspondientes a condiciones similares, pero obtenidas en épocas (o circunstancias) distintas, toma entonces el carácter de un coeficiente de significación, ya que proporciona un número que da una idea del grado de representatividad del promedio de dichas anomalías. Si los resultados individuales se encuentran muy desperdigados, el coeficiente se aproxima a cero; si los resultados se apartan poco entre sí, el coeficiente se acerca a la unidad.

Si hacemos el producto de (k) por el promedio de las anomalías, aquellas que tengan bajo coeficiente de significación aparecerán considerablemente disminuidas, en tanto que las de coeficiente mayor lo serán en menor grado. De esta manera surgirán con más relieve los desvíos más significativos, tanto por su magnitud cuanto por su coincidencia recíproca (ver fig. 3).

Con el objeto de facilitar y hacer más rápido el cálculo de (k) hemos ideado un método que permite obtenerlo de manera casi directa. Se funda en la dispersión máxima (rango) entre los valores extremos y en el valor del promedio de las anomalías (x_m). La división de la primera magnitud por la segunda proporciona un número (h), al que consideraremos sin signo aritmético, así:

$$\frac{\text{Rango}}{x_m} = h$$

En base a un gran número de determinaciones experimentales se trazó una curva que expresa el coeficiente de significación (k) en función de (h), cuya tabulación se encontrará en el Cuadro 3.

El error cuadrático medio de las magnitudes de (k) así calculadas, respecto de los computados con la expresión exacta, es de $\pm$ 0,04, siendo suficientemente pequeño para los fines prácticos.

Cuando la tabla se emplea para un número (N) de series inferior a cuatro, surgen diferencias sistemáticas que pueden ser corregidas por medio de la tablita que aparece en el Cuadro 3 ya citado.

Para mayor comodidad de trabajo es factible también expresar (k) con un ábaco a doble entrada, en función del rango y del valor de la anomalía promedio. Asimismo, puede adaptarse el abaco para que dé directamente la anomalía significativa ($k\,x_m$).

CUADRO 3

Valores del coeficiente de significación (k) en función del cociente del rango (dispersión) entre valores extremos dividido por la anomalía media. Error cuadrático medio : $\pm$ 0,04.

$\frac{\text{Rango}}{x_m}$	k	$\frac{\text{Rango}}{x_m}$	k	$\frac{\text{Rango}}{x_m}$	k
0	1,00	1,88	0,67	3,90	0,34
0,35	0,97	2,00	0,64	4,22	0,31
0,69	0,94	2,15	0,61	4,64	0,28
0,84	0,91	2,31	0,58	5,03	0,25
1,01	0,88	2,47	0,55	5,53	0,22
1,15	0,85	2,66	0,52	6,04	0,19
1,28	0,82	2,85	0,49	6,56	0,16
1,41	0,79	3,04	0,46	7,42	0,13
1,54	0,76	3,24	0,43	8,46	0,10
1,64	0,73	3,44	0,40	9,50	0,07
1,76	0,70	3,64	0,37	10,60	0,04
				30,00	0,01

Correción a aplicar a (k) cuando N $\lesseqgtr$ 4

k (tabla)	Valor de N		
	2	3	4
0	0	0	0
0,10	— 0,04	— 0,03	— 0,02
0,20	— 0,08	— 0,05	— 0,03
0,30	— 0,12	— 0,06	— 0,03
0,40	— 0,14	— 0,07	— 0,03
0,50	— 0,15	— 0,07	— 0,02
0,60	— 0,15	— 0,07	— 0,01
0,70	— 0,14	— 0,06	— 0,01
0,80	— 0,10	— 0,04	0
0,90	— 0,05	— 0,02	0
1,00	0	0	0

BIBLIOGRAFIA

1. "Una correlación meteorológica en el sur", por el autor. — Anales de la Sociedad Científica Argentina, número de enero-junio de 1964.

2. "Método abreviado para calcular correlaciones y otros procedimientos prácticos", por el autor,. — Revista "METEOROS", del Servicio Meteorológico Nacional, número de octubre-diciembre de 1955.

3. "El efecto dinámico de la Cordillera de los Andes y el aislamiento de la acción perturbadora regional y superior", por el autor. — Revista "METEOROS", del Servicio Meteorológico Nacional, número de enero-marzo de 1953.

4. "Algunas vinculaciones meteorológicas entre la América del Sur y la Antártida", por el autor. — Anales de la Sociedad Científica Argentina, número de mayo-junio de 1962.

Recibido el 24 de agosto de 1965.

BIBLIOGRAFIA

Introduction a la Geologie Marine et Litorale, por el profesor Dr. François Ottmann, Director del Laboratorio de Geología Marina de la Universidad de Nantes, Francia, y profesor de la Facultad de Ciencias de esa misma universidad.

El profesor Ottmann, Licenciado en Geología en la Universidad de Estrasburgo y doctorado en Ciencias en Sorbonne, París, bajo la dirección del famoso geólogo marino del Mediterráneo, el profesor Bourcart, tiene el gran mérito de haber dedicado, desde 1957 a 1963, su vocación académica a nuestra América, desde el Instituto Oceanográfico de Recife (que fundara) hasta la docencia e investigación en nuestro medio como experto del Programa de Cooperación Técnica del gobierno francés (1962-63), asesorando al Servicio de Hidrografía Naval.

Esta obra, esencialmente didáctica, acaba de aparecer en Francia, editada por la prestigiosa firma de Mason et Cie., París, en un volumen de 260 páginas, 124 figuras y dos cartas, formato 19 por 25, rústica, al precio de 47 NF. Resulta importante —para el medio local— que dicha obra haya sido traducida por la Sección Publicaciones del Servicio de Hidrografía Naval y actualmente se halla en impresión por la Editorial EUDEBA de Buenos Aires, siendo probable su aparición antes del fin del corriente año.

Entre las varias dificultades que las Ciencias Marinas han encontrado para su divulgación entre los jóvenes estudiantes y/o profesionales de las diversas ciencias, donde la oceanografía puede brindar estímulo, dadas sus características científicas y técnicas interdisciplinarias, debe citarse la carencia de libros de introducción en idioma castellano. La obra del doctor Ottman sirve de apertura elemental para geólogos, geógrafos, marinos, ingenieros portuarios y biólogos marinos, y resume los elementos constitutivos, propiedades y dinámica de aquellos procesos litorales con los cuales, indefectiblemente, aquéllos se enfrentan en sus tareas.

El libro ha sido escrito de manera didáctica, orientado, sobre todo, a la comprensión de los fenómenos litorales y sus consecuencias, además de establecer las especulaciones geológicas que provocan. En tal sentido, la obra constituye una continuación del "Precis d'hydrologie marine et continentale", del profesor Dr. A. Guilcher, Institute de Geographie, Faculté de Paris, editado en esa misma serie.

Escrita en idioma claro, desprovista de vocablos herméticos, ofrece una fuente accesible a todos los que sienten vocación por las cosas del mar, sean o no geólogos.

En el capítulo I, el autor enuncia los principios y leyes de la erosión marina, del transporte sedimentario y de la formación de la línea costera, mostrando también las consecuencias sobre costas de diversa constitución. Parte importante del libro versa sobre las costas bajas y particularmente las formadas por arenas, sus playas y dunas, la morfología y los sedimentos presentes, como así también las modificaciones, siendo importante destacar la trascendencia que ello implica para la continuidad de los trabajos en dichas zonas, junto con la incidencia económica resultante.

El importante Capítulo V, consagrado a los estuarios, lagunas litorales y deltas, provee el análisis detallado de los diversos factores dinámicos y físico-químicos que controlan la sedimentación, vinculándolas con las influencias marítimas y continentales.

Finalmente, los dos últimos capítulos están dedicados al litoral, al límite geológico del continente, es decir al Margen Continental, su morfología, su estructura, hipótesis sobre sus orígenes y los cañones submarinos que lo atraviesan. La comparación de los diversos tipos de cañones submarinos permite pasar revista a las diferentes teorías susceptibles de explicar sus orígenes.

Cabe destacar que, como corolario, esta obra ofrece ejemplos que en muchos casos son inéditos, algunos escasamente conocidos y otros referencias clásicas, todos ellos relativos a las Costas de Sudamérica, región que el autor conoce detalladamente por haber permanecido varios años en la Misión Francesa de Cooperación Técnica, como asesor local.

Capítulos en que se divide la obra

I La erosión Marina. Mecanismo, transporte de los sedimentos. Erosión y selección.

II La ribera Marina.

III Las Costas Rocosas. Farallones Marinos, zonación.

IV Las Costas Bajas, playas, dunas y cordones. Morfología de las Costas Bajas, sedimentos, geología. Inestabilidad y variaciones.

V Estuarios, lagunas litorales y deltas. Penetración de la marea, sedimentación. El fango y sus propiedades. Evolución.

VI El Margen Continental. Morfología, sedimentos, estructura, origen.

VII Los Cañones Submarinos. Morfología, orígenes, discusiones.

Néstor G. L. Granelli, Teniente de Navío

Correo Argentino Central « B »
Franqueo pagado
Concesión Nº 1186
Tarifa reducida
Concesión Nº 6247

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

Director: Cap. de Navío (R. S.) EMILIO L. DIAZ

TOMO CLXXXI

BUENOS AIRES
Avda. Santa Fe 1145

1966

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: Cap. de Navío (R. S.) EMILIO L. DIAZ

ENERO-FEBRERO 1966 — ENTREGAS I-II — TOMO CLXXXI

SUMARIO

SERIE I. CIENCIAS Nº 3

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1966

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Art. 10 del Reglamento de los « ANALES » (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de Septiembre de 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los « Anales », serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director.

Impreso en Imprenta Coni - Perú 684 - Buenos Aires - República Argentina

SERIE I, CIENCIAS, Nº 3

CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO DE UN LASER DE RUBI

Por RUBEN CONTRERAS, J. DEMICHELLI y J. F. WESTERKAMP
(Departamento de Física, FCEN, Universidad de Buenos Aires)

RESUMEN

Se ha construido y puesto en funcionamiento un láser de rubí, cuya cavidad es de forma cilindro-elíptica y con lámpara de destellos lineal, alimentada por un banco de capacitores de 430 microfaradios cargados hasta 2.500 voltios. Se han realizado observaciones sobre la forma del pulso de luz roja del láser, su duración, su retardo respecto de la luz del "flash", así como los característicos "spikes" que acompañan al pulso.

ABSTRACT

A ruby laser has been built and put in to operation. Its cavity is cylinder-elliptical in shape and the linear flash lamp is fed by a capacitor bank of 430 microfarads charged up to 2,500 volts. Observations have been made on the pulse shape of the red light (6943 A) of the laser, its duration, delay from the flash light as well as the characteristic spikes that appear together with the pulses.

1. INTRODUCCION

Se ha construido un máser óptico (láser) cuyo material activo es un varilla de rubí rosado, adquirida en Suiza a la Casa Piguet Frères. Como es bien sabido, los cristales de rubí son sumamente adecuados para producir el efecto láser en su línea de fluorescencia de 6943 A, para lo cual es menester alcanzar una inversión de población. Ello se puede lograr mediante un poderoso bombeo óptico. Es indispensable que el material pueda excitarse en tal forma que, al pasar por él una onda electromagnética, en vez de atenuarse por absorción, ella se amplifique. Tal sucederá toda vez que exista un nivel con mayor población que otro infe-

rior (inversión de población) y ese estado de cosas puede lograrse, en el caso del rubí, mediante la técnica de "bombeo óptico", como lo mostrara T. H. Maiman (1).

Fig. 1. — Niveles de Energía del ión Cr^{3+} en rubí

2. NIVELES DE ENERGIA

En el rubí rosado, los niveles de energía del ión Cr^{3+}, situado en el campo cristalino del Al_2O_3, están dispuestos como lo muestra la figura 1. El estado fundamental del ión libre (2) es ^4F ($L=3$, $S=3/2$), pero la degeneración orbital, que es de grado 7, es descompuesta por el campo cúbico cristalino en un singulete $^4A_2$ y en dos tripletes: $^4T_2$ y $^4T_1$ (marcados en forma de bandas en la figura 1. Estos dos niveles constituyen las principales bandas de absorción del rubí. El estado fluorescente es el ^2E, que

proviene del nivel superior ^2G del ión libre; en realidad se trata de una mezcla de estados dobletes del ion libre, es decir: ^2G, ^2D, ^2H, ^2P, producida en virtud del campo cristalino cúbico actuante. Dicho nivel ^2E cae por debajo de las dos bandas de absorción y puede poblarse, por bombeo óptico a costa de las dos bandas, las cuales absorben en el verde y en el azul y pasan por transiciones no radiantes (fonónicas) hacia el nivel ^2E. Dicho proceso exhibe una gran eficiencia cuántica (entre 50 y 90 %).

Las transiciones desde las bandas $^4T_2$ y $^4T_1$ a ^2E ocurren muy rápidamente; cualquier átomo excitado por esas bandas decae en aproximadamente 0,1 μseg. En cambio la transición desde ^2E hacia el estado fundamental $^4A_2$ está bastante prohibida, pues durante ese proceso cambia el spin, pero no la paridad. La duración de vida del nivel fluorescente es, a temperatura ambiente, de unos 3 mseg y se debe a emisión espontánea: línea R_1 de 6943 A, cuyo ancho de línea es de unos 16 cm^{-1}. Aquella longitud de onda depende de la temperatura, variando casi linealmente con ella (3):

$$\lambda\ (t) = 6943{,}25 - 0{,}068\ (t\text{-}20)$$

(t en grados centígrados). La vida media de ese proceso aumenta al disminuir la temperatura; a 77°K (temperatura del nitrógeno líquido) es de unos 4,3 mseg.

3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La varilla de rubí usada es cilíndrica, de 6,35 mm de diámetro por 76,2 mm de longitud. Su tenor en Cr^3 es de 0,04 % (unos 10^{19} iones/cm^3). La orientación del eje óptico del cristal está localizada a 90° respecto del eje del cilindro. Sus caras extremas son plano-paralelas; fueron sometidas a pulido óptico y hechas especulares mediante depósito de capas dieléctricas, con reflectividades de 95 % y 99,9 % para la longitud de onda 6943 A, para las caras de salida y opuesta, respectivamente.

Para efectuar el bombeo óptico se empleó una lámpara de destellos, del tipo FX-42 de Edgerton, Germeshausen & Grier, que tiene una longitud de arco (en Xenon) luminoso de 3 pulgadas. La máxima energía de entrada especificada por el proveedor es de 600 joules, aunque se usaron valores más elevados. Fue conectada en

serie con un choke (tipo TR-70, de la misma casa), de 300 microhenrios, a fin de alargar el tiempo de descarga del flash, que en esas condiciones llega a unos 800 microsegundos, tomados a un tercio del máximo. Sin choke, el destello se extingue al cabo de unos 100 microsegundos.

La varilla de rubí y la lámpara flash se colocaron a lo largo de los focos de un cilindro elíptico, cuyas dimensiones de semiejes son: a = 4,5 cm; b = 3,5 cm. El cilindro fue construido en bronce y su superficie interior se hizo especular mediante baños electrolíticos de níquel y cromo.

Para producir los destellos del flash, se descarga a través de sus extremos un banco de condensadores de 430 microfaradios, car-

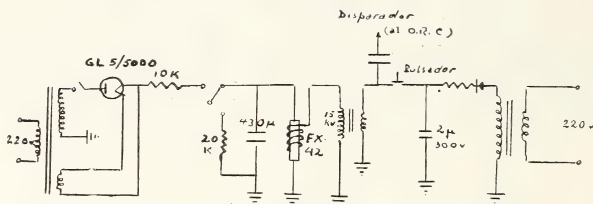


Figura 2

gados a un potencial que puede variarse a voluntad dentro de ciertos límites (hasta 2.500 voltios). Cuando éste llega a los 1.800 voltios se observa el efecto láser: un pequeño pulso de luz roja, muy intenso, aparece en la pantalla en el centro de la mancha luminosa producida por luz proveniente de radiación espontánea así como por luz reflejada del flash. El pulso de luz roja muy intensa proviene de la emisión estimulada y es coherente. La energía de entrada umbral es de unos 700 joules, pero ese valor es algo crítico y varía con muchos factores, tales como la orientación del eje óptico del cristal, respecto de la lámpara flash —la sección eficaz de absorción en la banda de interés (5.000 a 6.000 A) es mayor para incidencia normal. También influye marcadamente el que el rubí esté totalmente expuesto a la luz, pues una parte cubierta perjudica el umbral, no debiéndoselo considerar meramente como un acortamiento de su longitud, ya que se trata de un material absorbente para la radiación emitida.

La lámpara flash FX-42 de EGG es lineal y consta de dos elec-

trodos polarizados, con un tercero adicional, que hace las veces de excitador, aprovechándoselo como disparador del láser, pues los condensadores cargados están conectados al flash. El voltaje de excitación es cercano a los 15 KVoltios, que se consiguen descargando un condensador de 2 microfaradios a través del primario de un pequeño transformador con gran relación de vueltas entre arrollamientos y cuyo secundario está conectado al electrodo excitador. La figura 2 muestra esquemáticamente el dispositivo empleado.

4. OBSERVACIONES

La salida del máser óptico se ha hecho incidir sobre una fotocélula de alto vacío, tipo Philips 90 CV, observándose la señal de ésta en un osciloscopio Tektronix modelo 585 A con línea de re-

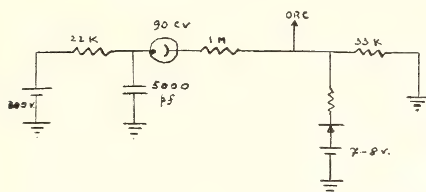


Figura 3

tardo. El circuito de polarización de la fotocélula así como la forma cómo se conectó al osciloscopio, están indicados en la figura 3.

Se tomaron fotos del osciloscopio con distintos tiempos de barrido y de retardo. Las observaciones generales que de ellas pueden extraerse, son las siguientes:

Unos 750 a 800 microsegundos después de efectuado el disparo (cuando ya la luz del flash está llegando a un tercio de su valor máximo) se observa la iniciación del característico pulso del láser, el cual presenta una duración cercana a los 300 microsegundos (fig. 4). Su crecimiento (hasta la altura máxima) es de unos 100 μseg, en tanto que su decrecimiento (hasta la extinción) es de unos 200 μseg.

Durante todo el tiempo que dura el pico están superpuestos al mismo los característicos "spikes" de la acción láser en rubí. Todos

ellos son irregulares, siendo su duración en general menor que 5 μseg, como puede apreciarse en la fotografía tomada con retardo de unos 800 μseg (fig. 5). Para poder observar en detalle la parte superior de los "spikes" fue necesario usar un "cortador", como está indicado en el esquema anterior (fig. 3).

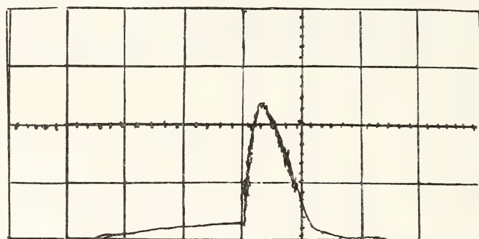


Fig. 4. — 200 μ/cm; sin retardo. 2 v/cm; sin cortador

Se estima que la salida del láser tiene una energía total cercana a los 2 a 3 joules para una tensión de descarga de los condensadores cercana a los 1950 voltios (unos 800 joules de entrada) con que fueron tomadas las fotografías.

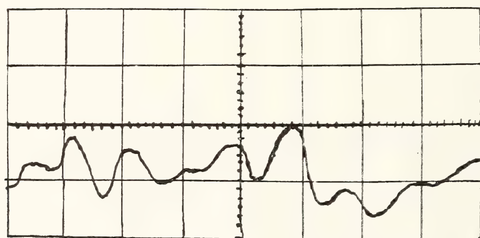


Fig. 5. — 5 μ/cm. Retardo : 800 μ. 0,5 v/cm; cortador : 6 v.

5. AGRADECIMIENTOS

Para las observaciones osciloscópicas se contó con la valiosa ayuda del Sr. Miguel Kurlat, que agradecemos. También los autores agradecen toda la colaboración prestada por el Taller Mecánico y las diversas personas del Departamento que aportaron sugestiones. Asimismo, agradecen el apoyo financiero de la Fundación Ford.

BIBLIOGRAFIA

1. Maiman, T. H.: Phys. Rev. Letters 4, 564 (1960); Nature *187,* 493 (1960); Phys. Rev. *123,* 1145 y 1151 (1961).

2. Sugano y Tanabe, J. Phys. Soc Japan *13,* 880 (1958).

3. Lengyel, B.: "Lasers" (Wiley, 1962).

Recibido el 25 de octubre de 1965.

MOVIMIENTOS ACTUALES EN LA SUPERFICIE DE LA CORTEZA TERRESTRE

(ESTUDIO DEL SISMO DEL 21 DE DICIEMBRE DE 1964)

Por FERNANDO VOLPONI [1], MILTON QUIROGA [2]
y A. JORGE MENDIGUREN [3]

RESUMEN

En este trabajo se describe una notable consecuencia que ha tenido el terremoto que el 21 de Diciembre de 1964 ha sacudido la ciudad de San Juan y sus alrededores. Se formaron grietas en el terreno siguiendo una línea aproximadamente recta de dirección Este-Oeste. Posteriormente al terremoto el terreno se fué hundiendo en coincidencia con las grietas y a ambos lados de las mismas, hundiéndose al mismo tiempo un puente del FF.CC.

SUMMARY

This paper is related to a special phenomenon that followed the Earthquake of December 21, 1964 which shook the city of San Juan and its surroundings. A system of cracks appeared in the ground. The surface, in the area of the cracks and at its both sides, sunk sowly. A railroad bridge also sunk, and one of its piers, at last remained about 15 cm out level in camparison with the other one.

El lunes 21 de diciembre de 1964, a las 6 horas 20 minutos de la tarde, un terremoto bastante fuerte se sintió en la ciudad de San Juan. Muchas personas se asustaron, pero no hubo pánico; la duración de las sacudidas fue corta, no pasó de unos 10 segundos. El

[1] Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
Director del Instituto Sismológico Zonda.
[2] Investigador del Instituto Sismológico Zonda.
[3] Becario del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

sismo fue sentido también como muy fuerte en la ciudad de Caucete; en Mendoza fue sentido suavemente.

Fue registrado en la estación Zonda de este Instituto Sismológico, y fue registrado asimismo en estaciones de Chile, Bolivia y Perú.



Fig. 1. — Ciudad de San Juan y sus alrededores donde más intensamente fue sentido el sismo. Se marcan las isosístas y la posición más probable del Foco. También se muestra donde aparecieron las grietas.

No se tienen datos, hasta la fecha, de que haya sido registrado en otras estaciones cercanas o lejanas. Este sismo no ha aparecido en los Boletines "Preliminary Determination of Epicenters", de la Coast and Geodetic Survey. Su magnitud se puede estimar en el valor 5 de la escala de Richter.

Determinación del foco

La figura 1 representa la zona en la cual el sismo se ha sentido con mayor intensidad; en ella se han trazado las isosistas que separan las áreas de intensidad Mercalli de grados VI, V y IV.

La siguiente Tabla I resume los datos que hemos obtenido. A la estación de Zonda llegó una onda de dilatación proveniente del sud-este. Como el valor de 3,2 segundos de S-P de esta estación es muy seguro, podemos calcular el tiempo origen del movimiento haciendo [1]:

$$0 = 22\ 19\ 29{,}6 - 3{,}2 \times 1{,}37$$
$$= 22\ 19\ 29{,}6 - 04{,}4 = \underline{22\ 19\ 25{,}2}$$

TABLA I

Estación	Fase P	S-P	P-O	Distancia epicentral Km
Zonda..........	iP 22 19 29,6	03,2	04,4	29
Santa Lucía.....	iP 20 07,5		42,3	274
Peldehue	iP 20 05,0		39,8	266
Antofagasta.....	eP 21 22		1 56,8	867
La Paz	eP 23 03		3 37,8	1688
Arequipa........	eP 23 08,7		3 38,5	1698

Con este tiempo origen calculamos todos los P-O de las otras estaciones; así obtuvimos los valores de la columna 4. Con estos valores y utilizando las tablas de Jeffreys Bullen [2] para foco superficial, calculamos las distancias epicentrales que figuran en la columna siguiente. Los valores de las estaciones de Santa Lucía y Peldehue concuerdan muy bien con los resultados de Zonda (ver fig. 2).

Antofagasta y Arequipa, en cambio, dan diferencias grandes, especialmente Antofagasta. Ahora bien, en estas tres últimas estaciones las lecturas de los sismogramas no son seguras por cuanto las tres las dan como eP. No obstante, es muy probable que las diferencias sean realmente debidas a variaciones de las velocidades reales de propagación de los rayos sísmicos con respecto a las asumidas en las tablas de Jeffreys Bullen que hemos usado.

Efectos del sismo

Pero el objeto principal de este trabajo es el de informar sobre un efecto o consecuencia especial que ha tenido este movimiento.

La cabeza norte de un puente del F. C. San Martín se ha hundido unos 15 cm con respecto a la cabeza sud, El puente tiene una luz de unos 10 metros y está situado en el kilómetro 1.185,78

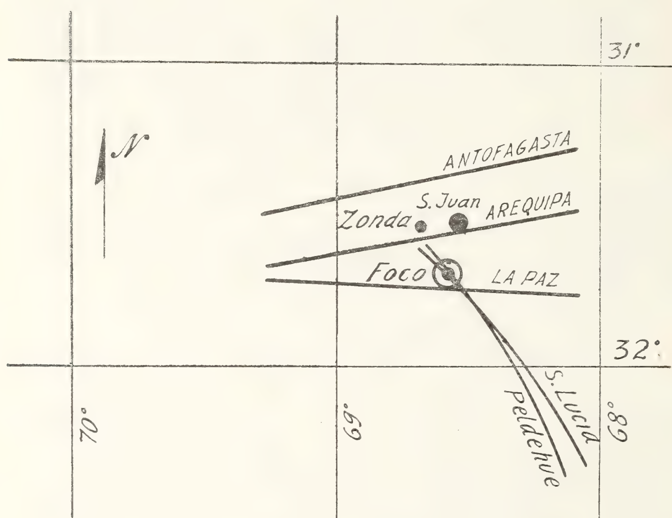


Fig. 2. — Determinación del Foco. Las distancias epicentrales calculadas desde diferentes estaciones no definen exactamente el Foco. Solamente Zona Peldehue y Santa Lucía coinciden practicamente.

de la línea Mendoza a San Juan, escasamente un kilómetro al sud de la estación Carpintería, en la provincia de San Juan.

La figura 3 muestra el puente visto desde el oeste. La figura 4 hace ver la altura a que ha sido necesario levantar el asiento del puente con respecto a su base de mampostería; son unos 10 cm. Pero aún restan unos 3 cm de diferencia; el pilar norte sigue estando más bajo.

El hundimiento no se produjo bruscamente. Fue descubierto por empleados del ferrocarril, que notaron una irregularidad creciente



Fig. 3. — Vista del puente tomada desde el lado Oeste, El pilar Norte se ha hundido más de 10 cm con respecto al pilar opuesto, y también se ha desnivelado unos 5 grados.



Fig. 4. — El asiento metálico del puente ha sido levantado más de 10 cm para volver a nivelar los rieles

en la marcha de los trenes sobre el puente. Inspectores de la empresa fueron al lugar y notaron grietas en el terreno. Posteriormente directores de la misma empresa solicitaron a personal de este Instituto Sismológico informaciones sobre el fenómeno.

Inmediatamente recorrimos nuevamente el lugar y confirmamos que las grietas que existían eran realmente de origen sísmico. Se extienden a lo largo de una línea que corta perpendicularmente las vías del ferrocarril en una longitud de unos 150 metros hacia

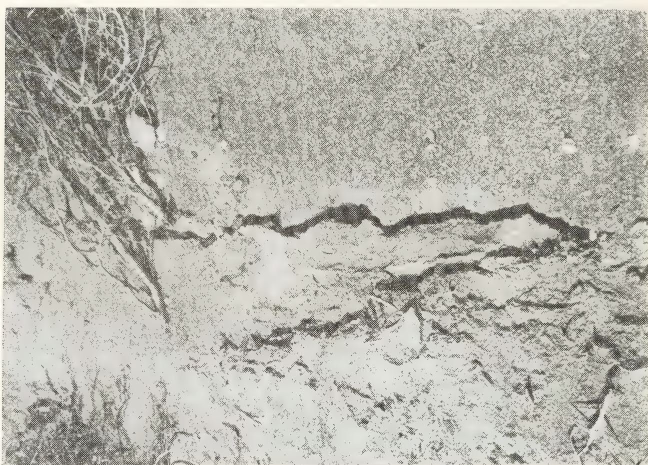


Fig. 5. — Vista parcial de las grietas

el oeste. La línea pasa justamente por la cabeza norte del puente. En el lado este de las vías no fue posible descubrir grietas; se supone que por encontrarse esta parte del terreno bajo cultivo, el suelo en la superficie es removido y no permite que las grietas queden visibles.

Las figuras 5 y 6 son muestras de las grietas; tienen unos 4 ó más centímetros de ancho. Las grietas siguen el curso de un pequeño río seco, lo que hace sospechar que se trate de la traza de una falla tectónica preexistente, actualmente activa.

La figura 7 muestra la misma grieta después de una lluvia bastante intensa. Ha corrido agua por el terreno, ha penetrado en



Fig. 6. — Otra vista parcial de las grietas, tienen unos 4 cm de ancho. El borde Sud (arriba) esta ligeramente levantado con respecto el borde Norte (abajo)



Fig. 7. — La grieta después de una lluvia se ha ensanchado sin colmarse

las grietas y éstas se han ensanchado sin colmarse, lo que prueba que son profundas.

Las grietas se formaron simultáneamente con el terremoto del día 21, luego el terreno se fue asentando nuevamente y la cabeza del puente se fue hundiendo lentamente con él. Pero el fenómeno

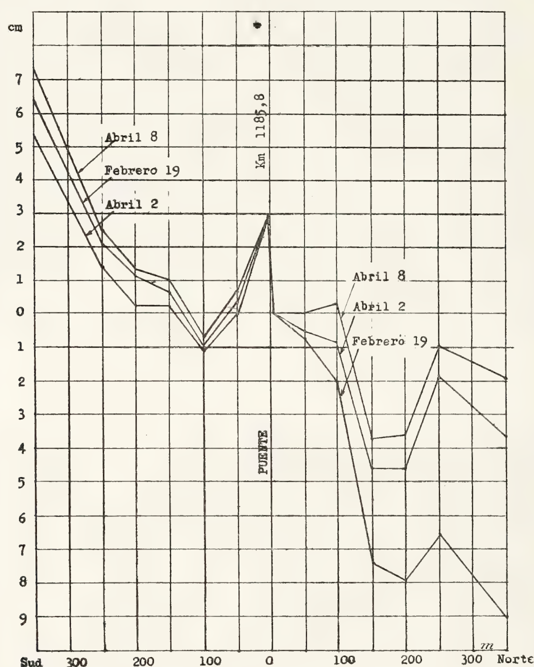


Fig. 8 — Resultados de las diferentes nivelaciones efectuadas en distintas fechas sobre el riel Oeste del Ferrocarril

no es estrictamente local, o sea limitado al área de las grietas, sino que se extiende a ambos lados varios centenares de metros.

Con el objeto de investigar especialmente las variaciones de cota que se produjeron a consecuencia de dicho fenómeno, hemos realizado repetidas nivelaciones de precisión sobre uno de los rieles. En la figura 8 se pueden ver los resultados que las nivelaciones nos han dado. Partíamos de una de las cabezas del puente,

recorríamos unos 350 metros ida y vuelta, y así llegábamos al mismo punto, tratando de obtener errores de cierre no mayores de unos dos milímetros.

Comparando las nivelaciones de febrero 19 con las del 8 de abril vemos que toda la zona del puente se fue hundiendo en conjunto unos 7 cm con respecto a un punto del riel tomado 350 metros más hacia San Juan. El lado sud no muestra tanta variación.

El 22 de septiembre de ese mismo año 1965 hemos realizado una última nivelación y hemos observado que prácticamente no aparecen nuevas variaciones de cota comparadas con las de la nivelación del 8 de abril.

Las conclusiones de la figura 8 serían que el puente estaría ubicado sobre una falla activa que coincide precisamente con el curso de un pequeño río seco, y que la falda sud de la falla tiende a

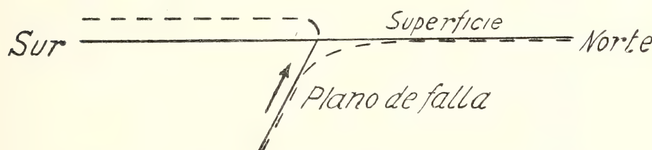


Fig. 9. — Posible movimiento de la falla

levantarse con respecto a la falda norte. Este sentido del movimiento en el plano de la falla coincidiría con el de la falla de La Laja, que se ha movido más notablemente que ésta en el terremoto del 15 de enero de 1944. La figura 9 da una idea de cómo habrían sucedido las cosas.

Otra interpretación

La explicación anterior parece lógica, pero no queda todo claro. La variación de nivel entre ambos lados de la falla no es suficientemente grande como para asegurar que haya habido deslizamiento en un plano de falla. Los rieles no muestran desplazamiento horizontal, tampoco dan indicios de alargamientos o de acortamientos. ¿Por qué las grietas quedaron abiertas? El foco se encuentra unos 20 km al nord-este de las grietas, de modo que éstas constituyen un fenómeno secundario, no primario.

Parece probable que las grietas constituyan el efecto resultante de las oscilaciones que el terremoto ha sometido al sedimento

aluvional de varias centenas de metros de espesor, que rellena el Valle del Tulum. Esta hipótesis se hace bastante plausible si se tiene en cuenta que la zona de las grietas está cerca del cerrillo Valdivia, o sea cerca del borde de la cuenca, en la zona de contacto entre los sedimentos modernos y las rocas antiguas del basamento. En presencia de oscilaciones, este punto evidentemente favorece la formación de grietas.

BIBLIOGRAFIA

1. Richter C. F. *Elementary Seismology*, Ed W. H. Freeman and Co, San Francisco 1958.
2. Jeffreys and Bullen, *Seismological Tables*, British Association for the Advancement of Science, London 1948.
3. Groeber R. P. *Movimientos tectónicos contemporáneos y un nuevo tipo de dislocaciones*. Notas del Museo de La Plata. Tomo IX, 1944.

Instituto Sismológico Zonda.
Facutad de Ingeniería Ciencias Exactas.
Físicas y Naturales de la Universidad.
Nacional de Cuyo.
San Juan, Argentina.

SERIE I, CIENCIAS, Nº 3

CALCULO PROPOSICIONAL Y CIRCUITOS CON LLAVES SIMPLES

Por M. E. VALENTINUZZI [1]

(Departamento de Electrotecnia, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca)

RESUMEN

El propósito de la presente nota, referida tan solo a llaves eléctricas simples, consiste en definir un alfabeto y un lenguaje capaces de describir adecuadamente cualquier tipo de conexión con tales elementos.

Por otra parte, se introduce un operador repetición junto con sus propiedades algebraicas, así como algunos aspectos llamativos del lenguaje.

SUMMARY

The purpose of this article, dealing exclusively with simple switches, is to define an alphabet and a language which can describe adequately any circuit using those elements.

A new logical operator repetition is introduced, too, along with its algebric propierties, as well as some remarkable points concerning the language.

1. INTRODUCCION

Si bien los circuitos de conmutación y su lógica correspondiente han sido objeto de profundo estudio desde largo tiempo atrás, digamos 1938, para indicar una fecha (1), existen aún algunos aspectos que pueden provocar discusiones interesantes.

El propósito de esta nota, la cual sólo se refiere a llaves simples, consiste en definir un alfabeto y un lenguaje que sean capaces de describir adecuadamente cualquier circuito con tales elementos. Se introduce, además, un nuevo operador ι junto con sus propiedades algebraicas, así como ciertos puntos llamativos con respecto al lenguaje.

[1] Dirección actual: Department of Physiology, Baylor University, Houston, Texas, EE.UU.

2. ALFABETO

Todo alfabeto consiste de,

1) *Variables*, un conjunto A numerable de elementos g_1, g_2, . . ., g_n, . . .

2) *Conectivos lógicos* (Operadores), que en este caso serán,

a) Conectivos monarios: $\sim$ (negación), ι (repetición)

b) Conectivos binarios: $\vee$ (supremo), $\wedge$ (ínfimo)

3) *Símbolos auxiliares*, paréntesis izquerdo (, y paréntesis derecho).

3. LENGUAJE

Con el alfabeto presentado anteriormente definamos, ahora, el lenguaje que habremos de emplear. Cualquier lenguaje está compuesto de *fórmulas*, dentro de las cuales distinguiremos dos clases:

1) *Fórmulas elementales*, esto es, el menor conjunto E tal que,

a) $g_i \varepsilon$ E

b) Si $x \varepsilon$ E, entonces $\sim x \varepsilon$ E

b) Si $x \varepsilon$ E, entonces $\iota\, x \varepsilon$ E

Ejemplos: g_i, $\sim g_i$, $\sim\sim g_i$, . . .

ιg_i, $\iota^2 g_i$, $\iota^3 g_i$, . . .

$\iota\sim g_i$, $\sim\iota g_i$, $\iota^2\sim g_i$, . . .

2) *Fórmulas bien formadas*, que constituyen el menor conjunto L tal que,

a) Toda fórmula elemental es una fórmula bien formada; en otra forma, E ε L.

b) Si $x \varepsilon$ L, y ε L, si ninguna de las fórmulas elementales que figura en x aparece en y, y si ninguna de las fórmulas elementales que figura en y aparece en x, entonces decimos que $(x \wedge y) \varepsilon$ L.

c) Si $x \varepsilon$ L, y ε L, si ninguna de las fórmulas elementales que figura en x aparece en y, y si ninguna de las fórmulas elementales que figura en y aparece en x, entonces, $(x \vee y) \varepsilon$ L.

4. INTERPRETACION ELECTRICA

Con el uso de llaves eléctricas simples se interpreta fácilmente el lenguaje de la sección anterior.

1) Una variable g_i se representa con una llave simple; posee una entrada I_i y una salida O_i.

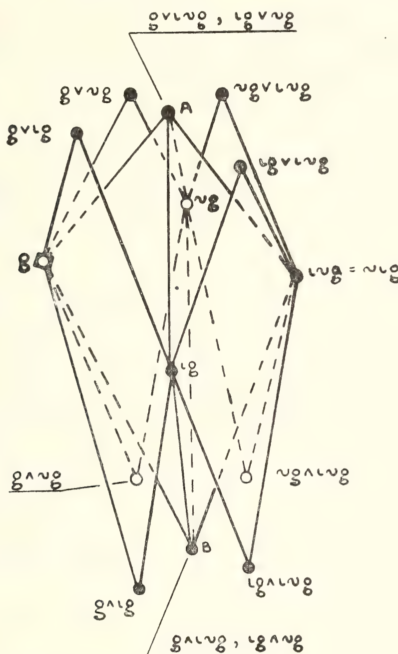


Fig. 1. — Reticulado obtenido a partir de un generador g aplicando el alfabeto y el lenguaje definidos en las secciones (2) y (3) con la restricción $\iota^n g \notin L$ si $n > 1$.

2) El conectivo monario negación se obtiene por medio de un *acoplamiento mecánico tándem* entre las partes móviles de las dos llaves; cuando g_i está cerrada, la segunda llave $\sim g_i$ está abierta, y viceversa.

3) El operador monario llamado repetición también se realiza

con un acoplamiento mecánico tándem entre las lengüetas de ambas llaves; cuando g_i está cerrada, la segunda llave ιg_i también está cerrada, y si g_i se encuentra abierta ιg_i también lo está.

4) Los conectivos binarios poseen la clásica y bien conocida representación dada por las conexiones eléctricas paralelo y serie.

Observemos que,

a) Los operadores binarios se realizan con conexiones eléctricas entre entradas y salidas, o entre dos o más entradas y dos o más salidas, mientras que los conectivos monarios se obtienen por medio de acoplamientos mecánicos entre partes móviles.

b) Los conectivos binarios generan sistemas eléctricos que poseen siempre una sola entrada y una sola salida, mientras que cada vez que se aplica un operador monario a una variable se genera un nuevo elemento (fórmula elemental) con una nueva entrada y una nueva salida.

c) Desde el punto de vista de la Teoría de Reticulados, si se restringe el número de aplicaciones del operador ι a uno, es decir, $\iota^n \notin$ L cuando $n > 1$, se obtiene, para una sola variable, el reticulado de la fig. 1; imponemos tal condición simplemente para no complicar el diagrama. Hacemos notar que los puntos A y B son dobles, y corresponden a las fórmulas indicadas en la figura.

5. SEMANTICA

Dado un conjunto N = (0,1), se definen las siguientes Tablas de Verdad para los operadores ya presentados:

$\wedge$	0	1
0	0	0
1	0	1

Infimo

$\vee$	0	1
0	0	1
1	1	1

Supremo

x	$\sim x$
0	1
1	0

Negación

x	$\iota\ x$
0	0
1	1

Repetición

En toda fórmula $p(g_1, g_2, \ldots, g_n)$ las variables g_i representan variables sobre el conjunto N, esto es, cada una de ellas puede adoptar uno de dos estados: abierto (0) o cerrado (1).

6. REGLAS ALGEBRAICAS

Todas las reglas utilizadas en las Algebras de Boole, son, por supuesto, inmediatamente aplicables al lenguaje definido en la sección (3).

1) *Propiedades algebraicas de* ι

a) *Repetitiva*

El operador ι puede aplicarse sobre una variable tantas veces como se desee, resultando siempre $v(g_i) = v(\iota^n g_i)$, siendo $v(g_i)$ la "valuación de g_i".

b) *Conmutativa*

El operador ι es conmutativo con respecto al operador $\sim$; $\sim\iota g_i = \iota\sim g_i$.

c) *Distributiva*

El operador ι es distributivo con respecto al supremo y al ínfimo;

$$\iota(g_1 \wedge g_2) = \iota g_1 \wedge \iota g_2$$

$$\iota(g_1 \vee g_2) = \iota g_1 \vee \iota g_2$$

2) *Propiedades de* ι *y* $\sim$ *con respecto al lenguaje*

Considerando las leyes de De Morgan, la definición de lenguaje dada en (3), y las propiedades (6.1.*b*) y (6.1.*c*), podemos decir que,

a) Algebraicamente y por (6.1.*c*) es correcto

$$\iota(g_1 \wedge g_2) = \iota g_1 \wedge \iota g_2$$

pero, por (3)

$$\iota(g_1 \wedge g_2) \notin L$$

y

$$\iota g_1 \wedge \iota g_2 \in L$$

b) Algebraicamente y por (6.1.*c*) es correcto

$$\iota(g_1 \vee g_2) = \iota g_1 \vee \iota g_2$$

pero, por (3)

$$\iota(g_1 \vee g_2) \notin L$$

y

$$\iota g_1 \vee \iota g_2 \in L$$

c) Algebraicamente y por las leyes de De Morgan resulta correcto

$$\sim(g_1 \wedge g_2) = \sim g_1 \vee \sim g_2$$

pero, por (3)

$$\sim(g_1 \wedge g_2) \not\varepsilon \mathrm{L}$$

y

$$\sim g_1 \vee \sim g_2 \varepsilon \mathrm{L}$$

d) Algebraicamente y por las leyes de De Morgan también es correcto.

$$\sim(g_1 \vee g_2) = \sim g_1 \wedge \sim g_2$$

pero, por (3)

$$\sim(g_1 \vee g_2) \not\varepsilon \mathrm{L}$$

y

$$\sim g_1 \wedge \sim g_2 \varepsilon \mathrm{L}$$

Se comprueba fácilmente que aquellas fórmulas pertenecientes al lenguaje son las únicas que poseen una exacta representación eléctrica; las otras expresiones, si bien pueden indicar un funcionamiento equivalente, no es posible realizarlas con llaves eléctricas simples.

7. CONCLUSIONES

Evidentemente, desde un punto de vista técnico, esta presentación no suministra una herramienta de trabajo mejor que las ya conocidas para el diseño lógico de circuitos de conmutación con ese tipo de llaves. De cualquier forma, un lógico puro quizá podría hallar puntos interesantes para algún estudio ulterior, como ser, un mejor análisis de las propiedades de ι y su aplicación al método de minimización de Quine.

REFERENCIAS

1. Holst, P. A., "Bibliography on Switching Circuits and Logical Algebra", *IRE Trans. on Electronic Computers*, Vol. EC10, p. 638, Dic. 1961.
2. Monteiro, A. A., "Filtros e Ideais", Tomo I, Fascículo publicado pelo *Instituto de Matemática Pura e Aplicada do Conselho Nacional de Pesquisas*, Notas de Matemática Nº 2, Coleção publicada sob a direção de L. Nachbin, Segunda edição, 1955, Rio de Janeiro, Brasil.

Recibida 8/11/65.

PARADOJA DE LOS SUCESOS

Por ALFREDO GONZALEZ

SUMARIO

Se aplica el principio de la relatividad a la explicación de fenómenos electromagnéticos y de la experiencia de Trouton y Noble, hallándose la consecuencia lógica de que se desembocaría en una paradoja similar a la Paradoja de los Relojes.

SUMARY

The relativity principle is applied to the explenation of electromagnetic phenamena and to the Trouton and Noble experience. We find then in this way, that the logical consequence would be a similar paradox than the Time's Paradox.

En el artículo "Una prueba experimental definitiva de la relatividad especial", publicado en "Anales de la Sociedad Científica Argentina", de julio-diciembre de 1963, en la nota (1) hice mención a que la explicación relativista sobre el resultado de la experiencia de Trouton y Noble conduciría a una paradoja.

En efecto, partamos del postulado de la relatividad, que establece: "Entre sistemas de referencia en movimiento relativo uniforme, las leyes físicas son idénticas, no habiendo manera de descubrir un movimiento uniforme y absoluto" (pudiendo, por lo tanto, suponerse en reposo cualquiera de ellos, puesto que ningún fenómeno físico revelará la más mínima diferencia de comportamiento). Veamos a qué consecuencia se llega aceptando el mismo.

Para ello tengamos primeramente la siguiente configuración: Dos cargas eléctricas en reposo entre sí y un observador en movimiento rectilíneo uniforme con respecto a ellas. En tal caso y desde dicho punto de vista las cargas representan para este obser-

vador dos corrientes eléctricas (de Rowland), debiendo registrar que entre ellas se ejercen acciones mutuas eomo en el experimento de Ampére y en todos los fenómenos qu responden a las leyes conocidas del electromagnetismo.

Seguidamente analicemos esta otra:

Dos cargas eléctricas y un observador, estando en reposo los tres entre sí. Aquí, y desde el mismo punto de vista, se configura un sistema electrostático, como en el experimento de Trouton y Noble, no registrándose acción electromagnética para dicho observador.

Ahora desplacemos otro observador con movimiento rectilíneo uniforme con respecto al anterior; surgirán dos explicaciones:

O bien la acción electromagnética, con respecto al nuevo observador, se anula por la acción de fuerzas elásticas, estudiadas por los científicos desde el ángulo relativista, lo que estaría en franca oposición con la conclusión hallada para la primera configuración, o bien serían registradas dichas acciones electromagnéticas.

Descartada la primera explicación, que conduce a una evidente contradicción, examinemos la segunda, que nos llevará a lo que denominamos paradoja de los sucesos.

En efecto, supongamos una serie de observaciones hechas desde dos sistemas ubicados en vehículos espaciales, en movimiento rectilíneo uniforme entre sí, avanzando ambos en dirección hacia la Tierra, por cuyas inmediaciones pasarán ambos. Uno, A, portador de un laboratorio, de mayor velocidad con respecto a la Tierra que el otro, que denominamos B.

En forma similar a la realizada por Trouton y Noble, en ambos sistemas se registrará la acción resultante sobre un condensador, ubicado en el vehículo A, suspendido de manera que pueda girar libremente alrededor de un eje paralelo a las armaduras.

Al alcanzar la posición ocupada por el vehículo B, adelantándose al mismo en su camino hacia la Tierra, recibe desde éste una señal que destrabará un dispositivo, permitiendo a partir de ese momento la rotación del condensador, y un haz de luz emitido por una fuente solidaria a éste (el condensador), hará que se establezcan sucesivos circuitos eléctricos en A, mediante varias células fotoeléctricas ubicadas en posiciones adecuadas dentro de A, y que aumentarán su conductividad eléctrica a medida que dichas células son iluminadas por el haz de luz en la rotación del

condensador. Estos circuitos se mantendrán autoestablecidos una vez iniciados.

También se dispone en A y B de cámaras fotográficas para documentar en películas o registros similares todas las observaciones, así como todos otros dispositivos necesarios para la realización experimental.

Los observadores del grupo B se expresarán en términos análogos a los siguientes: "De acuerdo a lo previsto por la teoría, luego de ser enviada la señal, nuestros aparatos registraron la rotación del sistema de cargas que se alejaba del nuestro. Las primeras fases fueron fotografiadas por nuestras cámaras, de acuerdo a la emisión óptica directa desde el sateloide A, las que coincidieron con las señales hertzianas que nos llegaban desde el mismo, emitidas por cada circuito, a medida que en aquel sistema se iban estableciendo durante la rotación alrededor del eje.

En concordancia a lo programado, el circuito establecido mediante la última célula originó en el laboratorio A la ignición y el disparo de un proyectil ubicado en el mismo, hacia la Tierra, el que impactó sobre su superficie. La señal enviada por este circuito precedió en forma inmediata a la estela y explosión registradas en nuestras cámaras."

Por otro lado, los observadores ubicados en el vehículo A manifestarán:

"De acuerdo a lo previsto por la teoría, el sistema de cargas, que se halla en reposo con respecto al nuestro, no ha efectuado rotación alguna, tal como lo evidencian nuestros registros. Además informamos que nuestras cámaras registran el proyectil en el mismo sitio de nuestro sistema. Tampoco hay evidencia alguna de la explosión señalada por el observatorio B, que en caso de suceder se mantendría como señal visible en la atmósfera, no disipándose antes del tiempo transcurrido para que nuestro vehículo volviese a la Tierra, a la que retornamos luego de nuestro primer pasaje frente a la misma y en la cual compararemos los registros de nuestras cámaras con los que obtendremos en la zona indicada por el observatorio B, como signada por el impacto del proyectil.

Todos estos registros serán contrastados, a su vez, con los que obtenga en forma similar el grupo de observación B."

Como puede verse, surge la consecuencia paradógica de que sucesos dispares, reales para cada sistema, documentados cada uno de ellos en registros incontrovertibles, deberán coincidir al ser cotejados con un hecho común: la señal de referencia creada por el impacto, que a la par deberá ser y no ser cierta, de acuerdo a los registros de cada grupo observador.

Esta consecuencia, derivada del postulado mencionado, surge de un conjunto de hechos cotidianos en el universo, como lo es el traslado en diferentes sistemas. Los sucesos que se desarrollan en cualquiera de ellos, independientemente de que ocurran en diferentes tiempos locales, de diferentes duraciones y diferentes simultaneidades, son intrínsecos —como se evidencia al haberse identificado luego ambos en un solo sistema, como en el caso descripto—, es decir, son objetivamente absolutos: ocurren ineludiblemente en el continuo absoluto de cuatro dimensiones, "hiperespacio tiempo o universo relativista de Minkowsky".

Puede verse que resulta conceptualmente una paradoja más difícil de resolver que la denominada paradoja de los tiempos o de los relojes, pues en ésta entran consideraciones más subjetivas que en la que nos ocupa, dado que el tiempo sólo se determina como relación entre otras más objetivas, como son los espacios y las velocidades, entrando en consideración las ideas mencionadas de duración y simultaneidad, ya que en la concepción relativista éste pierde su carácter de absoluto, el que es inherente solamente al espacio de cuatro dimensiones o Universo de los Sucesos.

Estas consecuencias opuestas podrían llevar a desechar el postulado mencionado y dar como resultado que el otro postulado de la relatividad, el cual dice: "La velocidad de la luz en el vacío es la misma en todos los sistemas de movimiento uniforme relativo" —por ser esta velocidad considerada una ley física, idéntica para todo sistema inercial—, corriese la misma suerte y fuera también diferente para cada uno de estos sistemas, como lo supone la física clásica.

Es indudable que el campo conceptual debe ser analizado para dar solución a estos interrogantes y ver si las conclusiones derivadas de la relatividad, que ha simplificado, unificado, dado coherencia y armonía a las fórmulas matemáticas que rigen las leyes de los fenómenos físicos, así como las conocidas demostraciones de la equivalencia materia-energía y los tres efectos cruciales, no re-

presentan la verdad absoluta, sino una equivalencia, cuyo campo de validez no abarcaría la totalidad de los fenómenos.

Por todo lo expuesto, surge la necesidad de aclarar el panorama, disipando dudas, por la científica vía experimental (experimenta crucis) y por ello efectuar una prueba como la propuesta en el artículo mencionado al comienzo, dado que, como explica el mismo, por prever los cálculos diferencias de primer orden; en caso de no existir, no podrá ser atribuido a la compensación con las transformaciones de segundo orden, ya que aquéllas son ampliamente mayores. De lo contrario, existiendo, permitirían encontrar la velocidad absoluta de traslación de nuestro sistema planetario y subsecuentes propiedades del espacio físico.

Quedarían también descartadas justificaciones como las indicadas en dicha exposición, hechas a favor de ambas teorías, a que se prestan las experiencias más importantes, de primero y segundo orden, realizadas hasta la actualidad.

SERIE II: CIENCIAS APLICADAS, Nº 2

EL USO DEL ELECTRODO DE VIDRIO EN LAS ARGENTIVOLUMETRIAS POTENCIOMETRICAS

Por M. A. COPELLO * y E. A. de DORFMAN

RESUMEN

La utilización del electrodo de vidrio como electrodo de referencia es aconsejable en las argentivolumetrías potenciométricas para la determinación de los iones haluros y cianuros.

La sencillez y comodidad en el uso, hace más ventajoso su empleo que el de los electrodos de referencia convencionales. No se observan diferencias significativas en los resultados obtenidos en procedimientos comparativos, empleando soluciones de concentración 1 F a 0,01 F.

SUMMARY

The employment of the glass electrode as reference electrode is recommended in the potentiometric titration of the halides and cyanide ions with silver nitrate solution.

The simplicity and convenience in the use, does more advantageous its use than the conventional reference electrodes. There do not exist significative differences in the results obtained in comparative proceedments, using solutions 1 F to 0,01 F.

Las argentivolumetrías potenciométricas se realizan utilizando un electrodo de plata como electrodo indicador y un electrodo de calomel, con puente salino de nitrato de potasio, como electrodo de referencia.

La clasificación de los electrodos utilizados en las volumetrías potenciométricas se hace en forma convencional, resultando por lo

* Junín 956. Buenos Aires.

tanto cierta rigidez cuando se trata de enumerar los electrodos como indicadores o como de referencia.

Se designan como electrodos indicadores a aquellos cuyo potencial varía con la concentración del valorando (substancia, ión o molécula que se está determinando). Así se designan al electrodo de hidrógeno, al de vidrio, al de plata, al de platino, etc.

Por otra parte se enumeran como electrodos de referencia a aquellos cuyo potencial no varía en el transcurso de la valoración, tales como los de calomel, de plata y cloruro de plata, etc.

Algunos autores ([1]) citan como electrodos de referencia solamente los de calomel, mercurio y sulfato mercurioso, plata y cloruro de plata, usando para la titulación potenciométrica de los halurioes el esquema clásico: electrodo de calomel saturado, puente salino de solución saturada de nitrato de potasio en agar al 4 %, electrodo de plata. Willard, Merritt y Dean ([2]) consideran que el electrodo de vidrio puede ser usado como electrodo de referencia para valoraciones en un medio con suficiente capacidad reguladora (capacidad buffer).

Kolthoff, Elving y Sandell ([3]) sugieren el reemplazo del electrodo de calomel, en las volumetrías potenciométricas de iones haluros y cianuros, por el electrodo de vidrio. De acuerdo a Benedetti-Pichler ([4]), puede considerarse a cualquier electrodo con un potencial constante, como electrodo de referencia en las volumetrías potenciométricas. Cita el uso del electrodo de tungsteno o el de vidrio en titulaciones de óxido-reducción, si la actividad del ión oxonio no cambia en el transcurso de la titulación.

La utilización de electrodos de referencia distintos a los del tipo clásico (calomel, plata y cloruro de plata) no se ha difundido, ello a pesar de las grandes ventajas que pueda tener la utilización del electrodo de vidrio principalmente en las argentivolumetrías.

Heintze ([5]) y Wynd ([6]) usan el electrodo de vidrio como electrodo de referencia en titulaciones de óxido-reducción. Lykken y Tuemmler ([7]) lo aplican en argentivolumetrías, en la valoración de iones cianuros y haluros, cuando la actividad del ión oxonio permanece prácticamente constante. Según estos autores las ventajas que presenta son: primero, la comodidad que implica su uso; segundo, la inercia química que hace que no contamine la solución a valorar y tercero, el mantenimiento de un potencial constante durante el período que dura la valoración. Este trabajo trae pocos

detalles y ningún resultado experimental que apoye lo afirmado en la publicación.

En el primer Congreso Internacional de Química Analítica en Oxford, en 1952, Bishop ([8]) presenta una comunicación sobre la eliminación del puente salino en valoraciones argentivolumétricas y el uso, como electrodo de referencia, de los de vidrio, platino, antimonio, etc. Dicho autor se basa en el principio siguiente: un electrodo en una solución regulada con respecto al ión frente al cual es activo, puede ser utilizado como electrodo de referencia y puede reemplazar satisfactoriamente los electrodos de calomel o plata y cloruro de plata. Los datos experimentales se basan en las valoraciones de iones haluros en solución 0,1 F de acidez nítrica, aconsejando que la acidez se mantenga por debajo de 1 F. Usa también como referencia los electrodos de antimonio y de platino, aunque encuentra que este último es menos sensible que el electrodo de vidrio.

Alcídes Ohlweiler y Oliveira Meditsch ([9]) publican sus experiencias con el uso del electrodo de vidrio como electrodo de referencia en titulaciones de óxido-reducción y encuentran los mismos puntos de equivalencia que los hallados usando el electrodo de calomel, aunque las curvas de valoración no se superponen en todos los casos. Los ejemplos que se citan son las valoraciones de sales ferrosas con soluciones de permanganato y dicromato de potasio y de arsenitos con soluciones de bromato o iodato de potasio.

Yakubik, Safranski y Mitchell ([10]) valoran ácidos débiles en medios no acuosos, usando el sistema electrodo de plata, electrodo de vidrio. El máximo de potencial coincide con el punto de equivalencia.

También se han usado en argentivolumetrías electrodos de vidrio sensibles a las variaciones del catión argéntico: Flater ([11]), Budd ([12]) y Bishop y Dhaneshwar ([13]).

El electrodo de vidrio encuentra aplicación en argentivolumetrías, pero como indicador de las variaciones de pH en la valoración de ioduros aun en mezclas con cloruros y bromuros, Asensi Mora ([14]) da el siguiente procedimiento: "Si a una solución de ioduro de potasio se agrega solución alcohólica de iodo al 1 % se forma en un primer momento el I_3^- y al efectuarse la precipitación por el agregado de iones Ag^+ la micela formada es $(IAg)_nI^-$, por razones electrostáticas el I_3^- no puede ser adsorbido. Cuando todo

el I^- de la fase homogénea ha precipitado se produce la descomposición del I_3^- y la subsiguiente hidrólisis del iodo que produce un aumento brusco de la acidez del medio acusado por el electrodo de vidrio". "sic".

El objeto del presente trabajo es estudiar la utilización de distintos electrodos de referencia en las titulaciones potenciométricas de iones haluros y cianuros, dado que efectuando el estudio comparativo de la utilización de los diversos sistemas de electrodos, se puede aconsejar el reemplazo de los electrodos de calomel, o plata y cloruro de plata, ambos con puente salino de nitrato de potasio.

La parte experimental del mismo puede dividirse de la siguiente manera:

1º Dos series de valoraciones de soluciones de cloruro de sodio de distintas concentraciones usando como electrodo de referencia el electrodo de vidrio en un caso y el de calomel con puente salino en el otro.

2º Valoraciones de una solución de cloruro de sodio en medio ácido y neutro, usando el electrodo de vidrio como electrodo de referencia.

3º Valoración de una solución de cloruro de sodio comparando los electrodos de vidrio y de platino como electrodos de referencia.

4º Valoración de una solución de cianuro de potasio usando los electrodos de vidrio y calomel como electrodos de referencia.

Primera parte: Experiencias con soluciones de cloruro de sodio de concentración 1 F, 0,1 F y 0,01 F.

A) Valoración potenciométrica de la solución 1 F de cloruro de sodio: 5,00 ml de la solución, se diluyeron con 100 ml de ácido nítrico 0,1 F, valorándose con nitrato de plata 0,1 N. En una serie se usó el sistema electrodo de calomel, puente salino de solución saturada de nitrato de potasio, electrodo de plata, y para la otra serie el par electrodo de vidrio, electrodo de plata. El punto de equivalencia se calculó por el método de la segunda derivada. Los resultados obtenidos figuran en tabla I.

TABLA I

Solución 1 F de cloruro de sodio

ELECTRODO DE VIDRIO

Formalidad	ml de solución de nitrato de plata 0,0996 N
0,995	49,53
0,994	49,50
0,995	49,52
0,994	49,51
0,995	49,56

Promedio : 0,995 F
Desviación típica : ± 0,001
Ambito : 0,001

ELECTRODO DE CALOMEL

Formalidad	ml de solución de nitrato de plata 0,0996 N
0,994	49,51
0,994	49,51
0,993	49,45
0,994	49,50
0,995	49,52

Promedio : 0,994 F
Desviación típica : ± 0,001
Ambito : 0,002

La fuerza iónica varió en el transcurso de la valoración de 0,15 a 0,10.

B) Valoración de la solución 0,1 F de cloruro de sodio: 10,00 ml de la solución se diluyeron con 100 ml de ácido nítrico 0,1 F, valorándose con nitrato de plata 0,1 N. Se usaron los dos sistemas de electrodos indicadores y de referencia mencionados en A. Los resultados obtenidos figuran en tabla II.

TABLA II

Solución 0,1 F de cloruro de sodio

ELECTRODO DE VIDRIO

Formalidad	ml de solución de nitrato de plata 0,0996 N
0,0996	9,99
0,0996	9,99
0,0995	9,98
0,0993	9,96
0,0994	9,97

Promedio : 0,0995
Desviación típica : ± 0,0001
Ambito : 0,0003

ELECTRODO DE CALOMEL

Formalidad	ml de solución de nitrato de plata 0,0996 N
0,0992	9,95
0,0995	9,98
0,0992	9,95
0,0993	9,96
0,0994	9,97

Promedio : 0,0993
Desviación típica : ± 0,0001
Ambito : 0,0003

La fuerza iónica varió en el transcurso de la valoración de 0,11 a 0,10.

C) Valoración de la solución 0,01 F de cloruro de sodio: 10,00 ml de la solución se diluyeron con 50 ml de solución de ácido nítrico 0,1 F y se valoró con nitrato de plata 0,1 N, usando en este caso una microbureta de 2,000 ml graduada al 0,002 ml, para que el error relativo fuese igual al de las valoraciones anteriores. Se usaron los sistemas de electrodos citados en A. Los resultados obtenidos figuran en tabla III. Los gráficos 1 y 2 muestran la variación de la fuerza electromotriz en función de los miliequivalentes de nitrato de plata agregados durante las valoraciones.

TABLA III

Solución 0,01 F de cloruro de sodio

ELECTRODO DE VIDRIO

Formalidad	ml de solución de nitrato de plata 0,0996 N
0,01004	1,007
0,00997	1,000
0,00997	1,000
0,00992	0,995
0,00991	0,994

Promedio : 0,00996 F
Desviación típica : ± 0,00007
Ambito : 0,00013

ELECTRODO DE CALOMEL

Formalidad	ml de solución de nitrato de plata 0,0996 N
0,00980	0,983
0,00977	0,980
0,00985	0,988
0,00988	0,991
0,00995	0,998

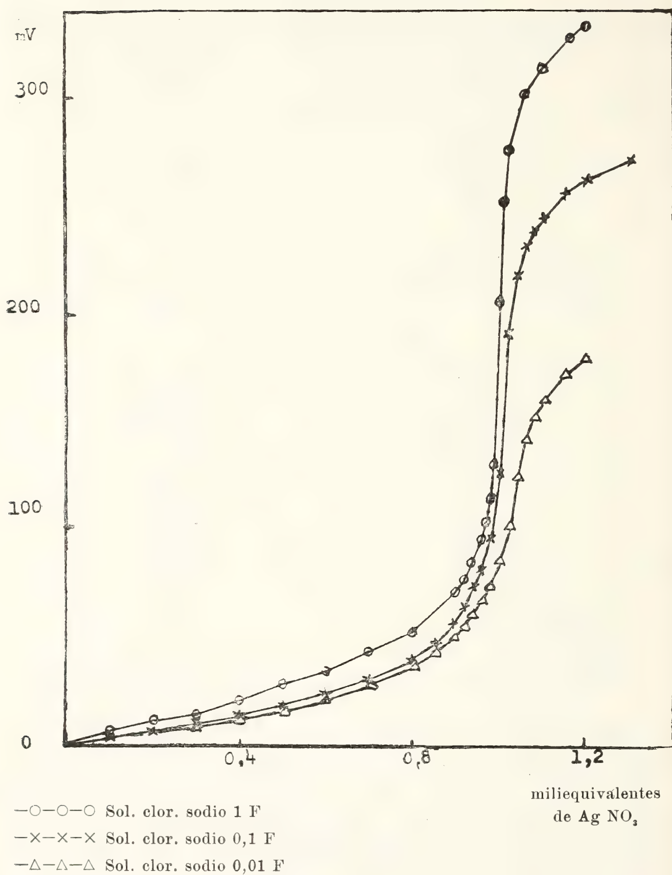
Promedio : 0,00985
Desviación típica : ± 0,00009
Ambito : 0,00018

La fuerza iónica se mantuvo en 0,10 durante el transcurso de la valoración.

SEGUNDA PARTE: Se realizaron dos series de experiencias con una solución de cloruro de sodio; en un caso con una acidez 0,1 F de ácido nítrico y en el otro caso en medio neutro, con el agregado de nitrato de bario como coagulante. Se realizó la volumetría potenciométrica con los electrodos de vidrio y plata en ambos casos. Los resultados figuran en tabla IV.

GRAFICO 1

Sistema electrodo de vidrio/electrodo de plata



—○—○—○ Sol. clor. sodio 1 F
—×—×—× Sol. clor. sodio 0,1 F
—△—△—△ Sol. clor. sodio 0,01 F

GRAFICO 2

Sistema electrodo de calomel/electrodo de plata

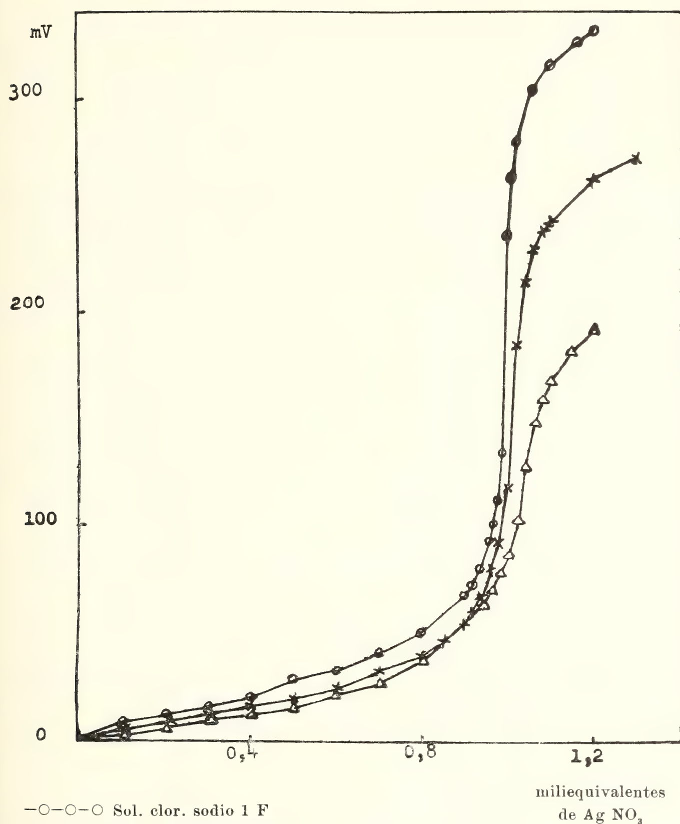


TABLA IV

Solución de cloruro de sodio

Medio ácido %	Medio neutro %
1,238	1,240
1,239	1,239
1,240	1,240
Promedio : 1,239	Promedio : 1,240

Tercera parte: Se valoró una solución de cloruro de sodio con dos sistemas de electrodos: electrodos de vidrio y plata en un caso y electrodos de platino y plata en el otro. Las dos series de experiencias se hicieron en medio nítrico 0,1 F. Los resultados figuran en tabla V.

TABLA V

Electrodo de vidrio %	Electrodo de platino %
1,194	1,191
1,192	1,193
1,193	1,192
1,193	1,193
Promedio : 1,193	Promedio : 1,192

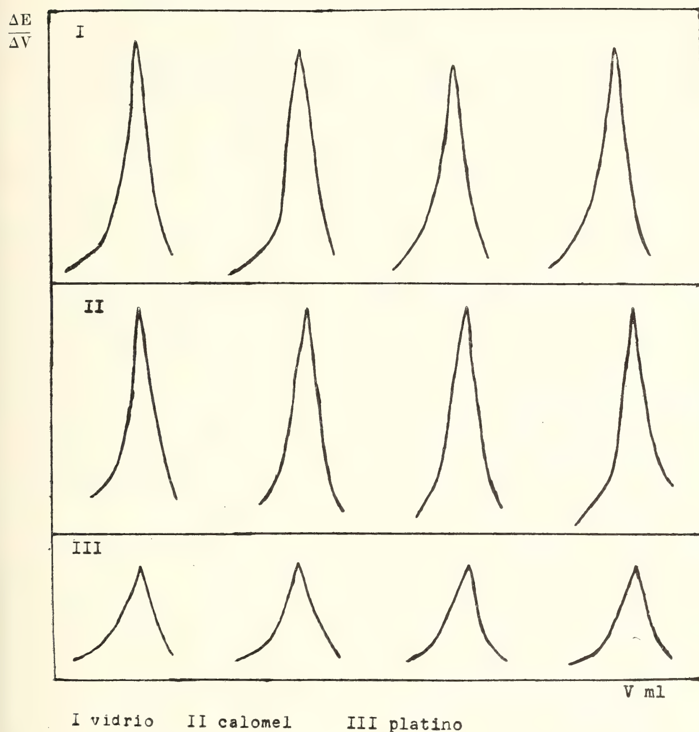
TABLA VI

Solución de cianuro de potasio

Electrodo de vidrio Formalidad	Electrodo de calomel Formalidad
0,1028	0,1027
0,1024	0,1023
0,1026	0,1027
0,1026	0,1027
0,1024	0,1026
Promedio : 0,1025 F	Promedio : 0,1026 F
Desviación típica : ± 0,0002	Desviación típica : ± 0,0002

El gráfico 3 muestra la primera derivada de las curvas de titulación con los electrodos de calomel, vidrio y platino usados como referencia.

GRAFICO 3



I vidrio II calomel III platino

Cuarta parte: Valoración de una solución 0,1 F de cianuro de potasio usando los electrodos de vidrio y calomel como referencia. Los resultados figuran en tabla VI. El pH varió de un valor de 10,8 a 10,0.

Soluciones empleadas

Solución de cloruro de sodio.

Solución de nitrato de plata 0,0996 N controlada usando cloruro de potasio como patrón primario.

Solución de ácido nítrico.

Solución de cianuro de potasio.

Los volúmenes de la solución valorante fueron corregidos a + 20° C. En las experiencias se utilizaron drogas de calidad para análisis. Tanto éstas, como el patrón primario fueron analizadas según las normas ACS respondiendo a las mismas.

Instrumental utilizado

Titrimetro Metrohm modelo E-366.
Electrodo de plata Metrohm modelo E A 207.
Electrodo de platino Metrohm modelo E A 202.
Electrodo de vidrio Polymetron modelo M 205.
Electrodo de calomel saturado Polymetron modelo M 303.

Conclusiones

Las valoraciones potenciométricas de soluciones de cloruro de sodio utilizando como electrodo indicador el de plata y como electrodos de referencia el de calomel o el de vidrio no presentan diferencias significativas en los resultados obtenidos.

Por la sencillez y comodidad de su uso resulta más ventajoso utilizar el de vidrio como electrodo de referencia.

Las valoraciones pueden efectuarse indistintamente en soluciones de acidez nítrica o en medio neutro, ya que en ambos casos no hay variación apreciable de pH durante la titulación.

El de platino puede usarse como electrodo de referencia en las argentivolumetrías, pero no es aconsejable por ser poco sensible.

El de vidrio también funciona como electrodo de referencia en las valoraciones de cianuros, obteniéndose resultados similares a los encontrados usando el electrodo de calomel.

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Departamento de Química Inorgánica y Analítica

BIBLIOGRAFIA

1. L. Meites, H. Thomas. Advanced Analytical Chemistry. pág. 34-49. New York (1958).
2. H. H. Willard, L. L. Merrit y J. A. Dean. Instrumental Methods of analysis. pág. 426. New Jersey (1958).
3 I. M. Kolthoff, P. Elving y E. Sandell. Treatise on analytical chemistry. Part. I Volume 4. pág. 2291. New York (1963).
4. A. A. Benedetti-Pichler. Essentials of quantitative analysis. pág. 232. New York (1956).
5. S. G. Heintze. J. Agr. Sci. *24*, 28, (1934).
6. F. L. Wynd. Ann. Missouri Botan. Garden. *22*, 861, (1935).
7. L. Lykken y F. D. Tuemmler, Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. *14*, 67, (1942).
8. E. Bishop. Analyst. *77*, 672, (1952).
9. O. Alcides Ohlweiler y J. J. Oliveira. Meditsch Engenharia e quim. *5*, 10, (1953).
10. M. G. Yakubik, L. Safranski y J. Mitchell. Anal. Chem. *30*, 1741, (1958).
11. E. Flater. Anales asoc. quím. arg. *36*, 117, (1948).
12. A. Budd. J. Electroanalit. Chem. 5, 35, (1963).
13. E. Bishop y R. Dhaneshwar. Analyst. *88*, 424, (1963).
14. G. Asensi Mora. Anales real soc. españ. fís. y quím. (Madrid). *54 B*, 535, (1958).

PEDIDO DE ACLARACION

A solicitud del señor Director del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Dr. Max Birabén, se transcribe la siguiente carta:

Al señor Director del Museo Argentino de Ciencias Naturales « Bernardino Rivadavia », Dr. Max. Birabén

S / D.

« Tengo el agrado de dirigirme al señor Director para poner en su conocimiento que en el trabajo del señor A. S. CINCIONI, Algas marinas en la Alimentación del ganado. An. Soc. Cient. Arg. 177 (1-4): 45 - 56. 1964, el autor en la « Bibliografía » deja constancia de que la clasificación botánica ha sido realizada en el « Museo Nacional de Ciencias Naturales « Bernardino Rivadavia ». En la página 52, línea 1 de dicho trabajo el autor dice : « varias toneladas de algas *Gracilarias, Macrocystis, Gigartinas* »; en la misma página línea 19 « *Macrocystis* (L.) *lesonia* F. S. »; en la página 53, línea 17 « *Macrocystis* (L.) C. A. Ag. »; y en la línea 24 de la misma página « *Gracilarias* (5), ello está expresado botánicamente en forma que no es apropiada y no concuerda con lo informado que consta en notas dirigidas al señor A. S. CINCIONI en fechas 9 de enero de 1959 y 21 de setiembre del mismo año ».

« Por lo tanto ruego al señor Director se sirva solicitar por intermedio de quien corresponda la corrección de los errores para poner a salvo el prestigio de la Institución. »

« Saludo al señor Director con mi consideración más distinguida».

Fdo. *Carmen Pujals*

BIBLIOGRAFIA

LENZI, JUAN HILARION. *Carlos María Moyano, marino, explorador y gobernante.* Secretaría de Estado de Marina, Departamento de Estudios Históricos Navales, 1962. 241 páginas.

Se trata de una detallada biografía del Capitán de Fragata Carlos María Moyano, a quien tanto le debe la Nación por su actividad incansable en la Patagonia. Nacido en Mendoza, el 4 de noviembre de 1854, ingresó en la Armada, como guardiamarina, en junio de 1873. Trabajó en la región austral de la Argentina Sudamericana entre 1876 y 1890. Falleció el 7 de octubre de 1910.

El libro, dotado de fotografías, croquis y cartas, resulta sumamente ilustrativo, no sólo en cuanto a la vida de Moyano, sus tareas y encuentros con Luis Piedrabuena, con Francisco P. Moreno, con el padre Beauvoir, con José Menández y muchos otros pioneros del Sur, sino también como fuente de información histórica sobre la región austral, en una época en que todo debía improvisarse allí.

La acción de Moyano no fue únicamente la de un explorador (acotemos que participó en el descrubrimiento del carbón de Santa Cruz) sino también la de un promotor del desarrollo patagónico. Primer gobernador de Santa Cruz, 1884, le dio su organización inicial y encaró la incorporación del territorio a la civilización. Era acertado en la elección de sus colaboradores y amigo cabal.

Los capítulos del libro comprenden:

Introducción.

I. Formación del hombre.

II. El momento histórico.

III. En la Patagonia.

IV. Exploraciones.

V. Colonización.

VI. Obra de Gobierno.

VII. Entre el Sur y Buenos Aires.

VIII. Hacia el tránsito definitivo.

Apéndice

Emilio L. Díaz

Correo Argentino Central « B »
Franqueo pagado Concesión N° 1186
Tarifa reducida Concesión N° 6247

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: Cap. de Navío (R. S.) EMILIO L. DIAZ

MARZO-ABRIL 1966 — ENTREGAS III-IV — TOMO CLXXXI

SUMARIO

SERIE I. CIENCIAS **Nº 4**

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1966

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Art. 10 del Reglamento de los « ANALES » (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de Septiembre de 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los « Anales », serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director.

Impreso en Imprenta Coni - Perú 684 - Buenos Aires - República Argentina

ACEITES ESENCIALES DE « MENTHA CITRATA », « MENTHA ROTUNDIFOLIA » Y « MENTHA CANADENSIS »

Por ADOLFO LEANDRO MONTES [1] e ISSAC MIZRAHI [2]

SUMARIO

Se han estudiado tres diferentes tipos de aceites de menta.

Uno obtenido de la *Mentha citrata* es un aceite similar al de lavanda ; el de la *Mentha rotundifolia* tiene como componente principal la carvona y el de la *Mentha canadensis* es de tipo pulegonado. La cromatografía gaseosa ha sido aplicada como técnica muy útil en la investigación de sus composiciones.

SUMMARY

Three different kind of mint oils have been examined. That one from *Mentha citrata* is a lavender like essential oil ; That from *Mentha rotundifolia* has carvone as mind component and that from *Mentha canadensis* yields a pulegonated oil. The gas cromatography has been applied as the usefull technique to research in their composition.

Con este estudio se ha tratado de contribuir al mejor conocimiento de la composición de los aceites esenciales de la *Mentha citrata* Ehrh., la *Mentha rotundifolia* y la *Mentha canadensis*, especies poco explotadas comercialmente, y para facilitar la apreciación de su posible utilización.

Los aceites esenciales estudiados han sido obtenidos de inflorecencias de plantas cultivadas en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de INTA en Castelar, provincia de Buenos Aires y provenientes de plantines importados. La *M. rotundifelia* (clon 630) de LongMelford y Suffolk, Inglaterra; la *M. canadensis* del Orto Botanico de Torino, Italia; la *M. citrata* es de tres orígenes, la Nº 562 de Nápoles, Italia; la Nº 599 del Orto Botanico de Torino, Italia y la Nº 632 de Kewgarden, Inglaterra.

[1] Profesor Titular de la Fac. de Cien. Ex. Nac. de Bs. Aires.

[2] Dr. en Química del Inst. Nac. de Inv. Agrop. de INTA.

El aceite esencial de la *Mentha citrata* Ehrh (llamada también menta bergamotta) presenta características especiales, muy diferentes a los de los aceites esenciales de las otras especies del género *Mentha;* en efecto, sus componentes principales son el linalol y el acetato de formiato de linalilo, ausentes en los demás, de ahí el nombre de menta bergamotta con el que también se la conoce. Recientemente, estando en preparación este informe, el Dr. Tomás Sacco, de la Universidad de Torino, Italia, ha informado en Buenos Aires, sobre un híbrido de la Mentha viridis obtenido en sus investigaciones, que ha denominado *Mentha lavanduliodora*, que produce un aceite esencial similar y de similar rendimiento al de la *Mentha citrata* Ehrh., asegurando es distinto (plantas de floración espigada en vez de capitada y esencia más parecida a la de la lavanda). Sin embargo un cromatograma en fase gas-líquido obtenido en iguales condiciones aparece prácticamente idéntico al del aceite de la muestra Nº 599 de Castelar. El caso merece un estudio ulterior.

La *Mentha rotundifolia* proporciona un aceite esencial del tipo carvonado; es decir: con carvona como componente principal. La *Mentha canadensis* dio una esencia de composición sui generis, tipo más bien pulegonado.

Los datos que proporciona la bibliografía (1) (2) no son muy abundantes, en cuanto a composición se refiere. De ellos extractamos los siguientes:

A. *Mentha rotundifolia.* Aceite esencial de olor similar al spearmint:

De peso específico a 15°C	0,960 a 0,977
Indice de refracción a 20°C	1,475 a 1,484
Desviación polarimétrica	—24° a —37,5°
Indice de éster	71 a 133
Indice de éster después de acetilar	209
Cetonas como mentona	1,84 % (?)
Componentes	pineno, limoneno, alcoholes, ésteres y cetonas

B. *Mentha canadensis.*

Se catalogan tres tipos distintos: *Mentha canadensis* L. especie silvestre americana, que se cría en tierras húmedas e invade cultivos de *Mentha piperita*, dando con bajo rendimiento un aceite esen-

cial de baja calidad; una muestra obtenida cerca del Lago Monona por Cheney dio peso específico 0,927 a 20° C y desviación polarimétrica 20°32', con pulegona y trazas de fenol. Los otros tipos son la *M. canadensis* var *glabrata Gay*, sinónimo de la *Mentha* china (*M. arvensis* var. *glabrata* Holmes) y la *Mentha canadensis* var. *piperascens* Holmes, considerada híbrido de *M. arvensis* L. y *M. aquatica* L., del tipo de *M. japonesa*.

C. *Mentha citrata* Ehrh.

Es un híbrido de *Mentha aquatica* L. y *Mentha viridis*. Su aceite esencial, de características similares, aunque no iguales, al de lavandino, tiene las siguientes características:

Peso específico a 15°C	0,916 a 0,924
Desviación polarimétrica	—7° a —8°
Indice de refracción a 20°C	1,4582 a 1, 4598
» ácido	hasta 8
» éster	94 a 211
» éster después de acetilar	224
Esteres, como acetato de linalino	33 a 74 %
Componentes	linalol y su acetato, otro éster, un ácido libre, un aldehido

En nuestro estudio hemos obtenido los siguiente datos:

I. *Mentha citrata* Ehrh.

Las características de los aceites esenciales (3) obtenidos de los tres clones mencionados: N° 562, 599 y 632 son:

Característica	Muestra N° 562	N° 599	N° 632
Aspecto	oleoso límpido	oleoso límpido	oleoso límpido
Color	lig. amarillento	amarillento	amarillento
Olor	sim. a lavand. con nota cetón.	sim. a lavand. con nota cetón.	sim. a lavand. con nota cetón.
Peso específico a 20°C	0,8981	0,8986	0,8949
Desv. polarim. a 20°C	—8,9°	—9,1°	—9,4°
Ind. refrac. a 20°C	1,4595	1,4605	1,4598
Indice de ácido	0,44	0,48	0,53

Característica	Muestra N° 562	N° 599	N° 632
Indice de éster.........	166,4	177,9	193,9
Esteres con acetato de linalilo °/₀...........	58,14	62,17	67,75
Formiatos, en formiato de linalilo °/₀........	30,5	34,3	
Alcoholes libres (por Fiore) en linalol °/₀	30,9	32,3	24,2
Componentes carbonílicos (B. & S.) en -CO- porciento............	1,05	4,85	2,02
Alcoholes primarios (ftaliz) en geraniol °/₀ ...		6,9	
Alcoholes sec. en borneol °/₀...............		4,6	

Cromatograma gas-líquido (4) del aceite esencial de « Mentha citrata » Nº 562, obtenido usando columna « P » de 1 m × 1/4″, a 150°C y 4 psi de N_2 (flujo 21,9 ml/min).

Pico	Tiempo de retención	Componentes
1 pequeño............	0,15 minutos	
2 muy pequeño.......	0,25 »	
3 muy pequeño.......	0,45 »	
4 muy pequeño.......	0,60 »	
5 pequeño.......... ..	0,70 »	Formiato linalilo (?)
6 muy pequeño.......	0,90 »	alfa Pineno
7 muy grande........	1,00 »	acetato linalilo
7b mediano ados. al 7..	1,30 »	limomeno
8 muy grande........	1,50 »	cineol
9 pequeño............	2,20 »	
10 grande.............	2,60 »	carbonílico
11 mediano	4,20 »	mentona
12 muy grande........	5,60 »	linalol
13 mediano	6,60 »	alcanfor
14 pequeño	9,00 »	
15 muy grande........	12,30 »	nerol-acetato geranilo
16 grande.............	13,60 »	geraniol
17 pequeño............	17,80 »	carvona

Nota. — el pico 7 b aparece mejor resuelto en el cromotograma obtanido con igual columna, pero a 125°C.

Absorción en el ultravioleta (5) (solución en etanol libre de aldehidos) en espectrofotómetro Zeiss donado a la Fac. de C. E y N. por el C. N. de I. C. y T.

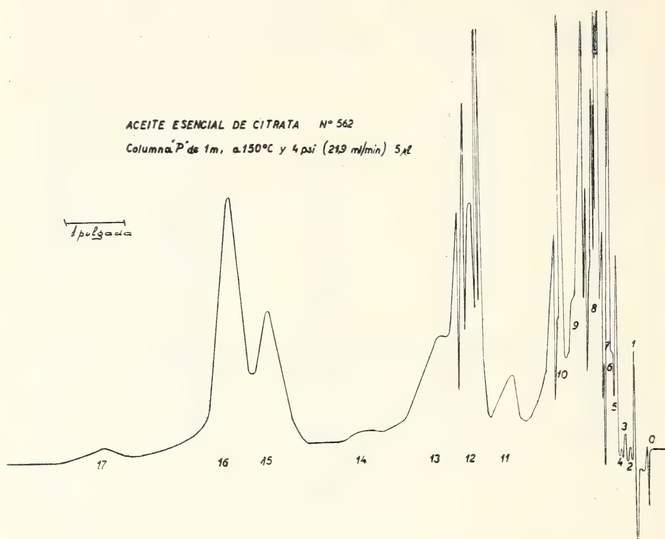
Long. de onda en milimu	Aceite esencial N° 562; sol. 1 °/ooo	Fracciones de la cromatografía gaseosa		
		N° 15	N° 16	N° 17
215	1,14	1,03	0,87	1,32
220	0,745	1,21	1,02	1,77
225	0,61	1,345	1,12	1,95
228	—	1,36	1,14	1,98
230	0,54	1,31	1,09	1,93
235	0,475	1,16	0,95	1,16
240	0,35	0,77	0,625	0,75
245	0,235	0,485	0,395	0,465
250	0,132	0,27	0,235	0,42
255	0,070	0,23	0,20	0,48
260	0,051	0,265	0,225	0,58
265	0,045	0,325	0,275	0,63
270	0,046	0,355	0,30	0,68
275	0,038	0,40	0,34	9,70
280	0,033	0,37	0,31	0,64
290	0,010	0,275	0,23	0,465
300	0	0,050	0,040	0,090
310		0,007	0,006	0,020

La cromatografía gaseosa nos ha dado un mínimo de 17 componentes, entre los que se destacan netamente el limoneno, el cineol, el acetato de linalilo y el linalol; son grandes también los picos correspondientes a los números 15 16 que corresponden a acetato de geranilo y geraniol, menos notables los de formiato de linalilo, alfa pineno, mentona, alcanfor y carvona.

La espectrofotometría en el ultravioleta indica se trata de un aceite poco absorbente. Los componentes más absorbentes son los correspondientes a los picos 15, 16 y 17 del cromatograma obtenido en fase gas-líquido transcripto y corresponden a los componentes mencionados.

Cabe destacar que los rendimientos en aceite esencial de los distintos clones de *Mentha citrata* cultivados en Castelar fueron:

N° 562 sumidades floridas frescas: 2,85 por mil;
N° 599 sumidades floridas frescas: 4,85 por mil;
N° 632 sumidades floridas frescas: 5,50 por mil.



Para la obtención de los cromatogramas en fase gas-líquido se ha empleado un cromatógrafo Perkin Elmer modelo 154 C y para la espectrofotometría en el ultravioleta un espectrotómetro Carl Zeiss modelo PMQ II; ambos aparatos fueron donados a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina.

II. *Mentha rotundifolia.*

El material fresco cosechado en Castelar rindió 0,22 por mil de aceite esencial, cuyas características hemos determinado, obteniendo los siguientes datos:

Aspecto	oleoso límpido
Color	amarillento
Olor	intenso a carvona
Peso específico a 20°C	0,9201
Indice de refracció a 20°C	1,4868
Desviación polarimétrica a 22°C	—60°
Indice de ácido	1,9
Indice de éster	91
Indice de éster, después de acetilar (Fiore)	117,65
Esteres en acetato de carvilo	30,8 %
Alcoholes libros, en carveol	7,4 %
Carbonílicos (Bryant & Smith), en -CO-	11,06 %
en carvona	59,3 %
Carbonílicos, por absorción en sulfito sódico	56,6 %
Absorción en ultravioleta (solución de etanol)	máximo neto a 250 milimu

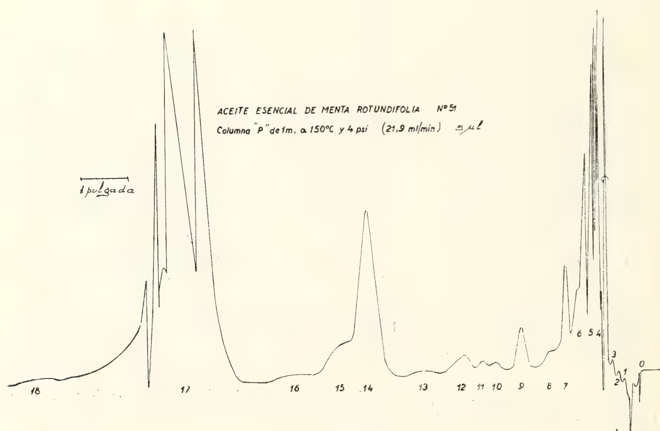
Cromatografía gaseosa de aceite de « Mentha rotundifalia ». Columna « P » de 1 m × 1/4'', a 150°C y 4 psi de N_2 (flujo 21,9 ml/min)

Pico	Tiempo de retención	Componente
1 muy pequeño	0,30 minutos	
2 muy pequeño	0,50 »	
3 muy pequeño	0,90 »	
4 muy grande	1,00 »	alfa Pineno
5 muy grande	1,35 »	Limoneno
6 pequeño	2,20 »	
7 mediano	2,60 »	carbonílico
8 pequeño	3,30 »	
9 mediano	4,40 »	
10 pequeño	5,50 »	mentona ?
11 pequeño	6,00 »	
12 mediano	6,80 »	acetato de carveol ?
13 pequeño-mediano	8,50 »	carveol ?
14 grande	10,60 »	carvomentol ?
15 mediano	11,7 »	pulegona
16 pequeño	13,60 »	
17 muy grande	18,80 »	carvona
18 pequeño	23,60 »	

Nota. — De los picos 12 y 13 se obtuvieron 3-5-dinilrobenzoatos de punto de fusión 92°C que correspondería al carveol (6).

Absorción en el ultravioleta (solución en etanol purificado)

Long. de onda en milimn	Aceite esencial sol. 2 °/₀₀₀	Fracciones de cromatografía gaseosa	
		N° 14	N° 17
215	1,03	0,253	0,385
220	0,99	0,253	0,435
225	1,16	0,26	0,48
230	1,50	0,24	0,50
233	—	—	0,505
235	1,94	0,205	0,495
240	2,39	0,145	0,43
245	2,71	0,10	0,315
250	2,85	0,072	0,255
255	2,82	0,071	0,185
260	2,73	0,080	0,145
265	2,42	0,090	0,13
270	1,84	0,095	0,125
273	—	0,102	—
275	1,17	—	0,128
276	—	0,104	—
280	0,66	0,092	0,123
285	—	0,084	0,110
300	0,06	0,117	0,044



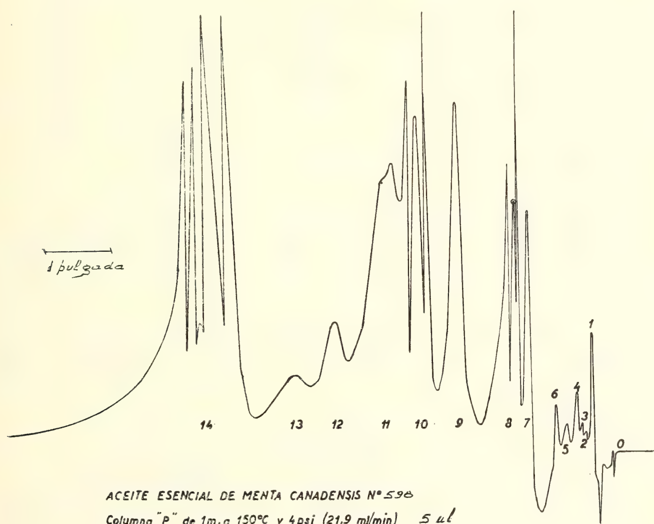
La cromatografía gaseosa indica la presencia de, por lo menos, 18 componentes, entre los que se destaca como francamente predominante el pico 17 que corresponde a la carvona.

La absorción en el ultravioleta, para el aceite entero manifiesta un fuerte máximo a 250 milimu, que con respecto a la carvona se muestra corrido por influencia de otros componentes; en cambio para la fracción 17 separada por cromatografía gaseosa el máximo a 233 milimu corresponde a la carvona.

La desviación polarimétrica indica que el componente principal es levo carvona.

III. *Mentha canadensis.*

De los tipos mencionados el cultivado en Castelar corresponde a la *Mentha canadensis* L. *silvestre* de Norteamérica. El rendimiento de aceite esencial sobre material fresco fue de 2,27 por mil.



Las características encontradas para el aceite esencial fueron:

Aspecto	oleoso límpido
Color	amarillento
Olor	mentáceo
Peso específico (a 20°C)	0,9210
Indice de refracción a 20°C	1,4683
Desviación polarimétrica a 20°C	1,44°
Indice de ácido	36,4
Indice de éster	104
Absorción en el ultravioleta	máximo a 235 milimu

Cromatografía en fase gas-líquida del aceite esencial de « Mentha canadensis »
Columna « P » de 1 m × 1/4″ a 150°C y 4 psi de N_2 (21,9 ml/min)

Pico	Tiempo de retención	Componente
1 pequeño	0,3 minutos	
2 muy pequeño	0,5 »	
3 muy pequedo	0,7 »	
4 pequeño	0,8 »	
5 pequeño	1,1 »	
6 pequeño	1,4 »	
7 mediano	2,3 »	
8 muy grande	2,7 »	carbonílico ; metilheptenona ?
9 grande	4,5 »	
10 muy grande	4,9 »	mentona
11 grande	6,5 »	acetato de mentilo
12 pequeño-mediano	8,1 »	mentol
13 pequeño-mediano	9,3 »	piperitona ?
14 muy grande	12,2 »	pulegona
15 grande	18,0 »	dihidrocarveol ?

Absorción en el ultravioleta (soluciones en etanol purificado)

Long. de onda en milimu	Aceite esencial sol. 2 °/ₒₒₒ	Fracciones obtenidas por cromatografía		
		Nº 8	Nº 9	Nº 14
215	1,57	0,26	0,205	0,25
220	1,93	0,25	0,21	0,28
225	2,33	0,235	0,215	0,31
230	2,59	0,21	0,195	0,3215
235	2,68	0,19	0,165	0,317
240	2,62	0,155	0,125	0,285
245	2,33	0,13	0,094	0,25
250	1,66	0,106	0,078	0,215
255	0,90	0,096	0,064	0,19
260	0,38	0,090	0,060	0,17
265	0,156	0,086	0,060	0,16
270	0,084	0,080	0,055	0,14
275	0,055	0,075	0,050	0,125
280	0,044	0,066	0,040	0,10
290	0,024	0,052	0,025	0,060
300	0,018	0,036	0,005	0,020
310	0,014	0,010	0	0,010
320	0,012	0,022		0,008
330	—	0,020		0,008
340	0,005	0,016		0,006
350	0	0,013		0,001

La cromatografía gaseosa indica la presencia de, por lo menos, quince componentes entre los que se destacan la mentona, la pulegona y el acetato de mentilo y otro carbonílico (pico 8) no identificado.

La absorción en el ultravioleta indica presencia de dienos o doble ligadura conjugada con carbonilo, como pulegona, como también la fracción Nº 14.

CONCLUSIONES

La presente contribución aporta nuevos datos sobre la composición de los aceites esenciales de *Mentha citrata* Ehrh, *M. rotundifolia* y *M. canadensis;* particularmente del primero; la escasa cantidad de muestra ha limitado la profundidad del estudio en los otros dos aceites. La cromatografía gaseosa ha sido la técnica que

resultó más eficaz en este estudio y dio una valiosa indicación sobre la cantidad de componentes y la naturaleza de los más importantes.

BIBLIOGRAFIA

1. Guenther, E. *The essential oils,* vol. III. Van Nostrand Co. N. York, 1950.

2. Finnemore, Horace. *The esaential oils,* London, 1926.

3. Montes, A. L. *Analítica de los productos aromáticos,* INTA, Buenos Aires, 1961, cap. III.

4. Montes, A. L. *La cromatografía gaseoaa en el estudio y contralor de los productos aromáticos,* Boletín N° 3 de SAIPA, Buenos Aires (1962).

5. Montes, A. L. Obra citada en (3), Cap. II.

6. Montes, A. L. Obra citada en (3), Cap. IV.

Buenos Aires, Diciembre de 1965.

SERIE I, CIENCIAS, Nº 4

EXTRACCION DE METALES TETRAVALENTES CON ACIDO DI (2-ETILHEXIL) FOSFORICO *

I. TORIO

Por P. H. TEDESCO, V. B. de RUMI y J. A. GONZALEZ QUINTANA

RESUMEN

En este trabajo se estudia la distribución de torio (IV) entre soluciones acuosas en medios sulfúrico y nítrico y soluciones de ácido di (2-etilhexil) fosfórico en querosén.

Se determina la influencia del pH y de la concentración de anión complejante en la fase acuosa sobre el intercambio hidrógeno-torio y sobre la concentración de torio y de anión complejante en la fase orgánica saturada. Se proponen algunas ecuaciones para interpretar los resultados experimentales.

ABSTRACT

The distribution of thorium (IV) between sulphuric and nitric aqueous media and solutions of di (2-ethilhexyl) phosphoric acid (DEHPA) in kerosene has been studied.

The effects of pH and of concentration of complexing anion in the aqueous phase on the exchange hydrogen- thorium and on the concentration of thorium and complexing anion in the saturated organic phase has been determined. To interpret experimental data some equations are proposed.

INTRODUCCION

La extracción de metales con ácidos alquilfosfóricos ha recibido considerable atención en los últimos años, tanto en sus aspectos teóricos como prácticos, en virtud de que estos reactivos han en-

* Trabajo realizado en la cátedra de Introducción a la Química de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Nacional de la Plata.

contrado aplicación corriente en la tecnología nuclear para la separación y purificación de uranio y de elementos transuránicos.

En este trabajo se estudia la extracción de torio a partir de soluciones acuosas en medios sulfúrico y nítrico con ácido di(2-etilhexil) fosfórico (DEHPA), disuelto en querosén desodorizado. Las concentraciones de torio variaron entre 2 y 5 g/l. En estas condiciones, los mecanismos de extracción pueden ser radicalmente diferentes de aquéllos, que operan a nivel de trazadores. Así lo reconocieron Peppard y otros ([1]) en su trabajo sobre la extracción de torio en medio nítrico con DEHPA, a concentraciones del metal del orden de 10^{-5} molar.

Hemos determinado en cada medio la influencia del pH y de la concentración de anión complejante en la fase acuosa, así como las concentraciones de saturación del torio y del anión complejante (caso del nitrato) en la fase orgánica.

PARTE EXPERIMENTAL

Las soluciones de DEHPA en querosén desodorizado se prepararon a partir de la sal sódica, tratándola con ácido clorhídrico y extrayendo con querosén el ácido formado. Las soluciones así preparadas se valoraron con hidróxido de sodio 0,1 N en presencia de alcohol etílico al 70 %.

Los ensayos de extracción se realizaron en ampollas de decantación, agitando las fases durante 2 minutos (tiempo suficiente para alcanzar el equilibrio). Antes y después del contacto se determinó el ión hidrógeno en la fase acuosa con hidróxido de sodio 0,1 N en presencia de fluoruro de sodio para complejar el torio. La cantidad de éste fijada en la fase orgánica se determinó, previa retroextracción con ácido sulfúrico 1 M, por espectrofotometría (reacción con la torina), o por gravimetría como dióxido de torio, según el caso.

En los ensayos en medio nítrico, el ión nitrato se determinó por espectrofotometría (reacción con el ácido fenoldisulfónico).

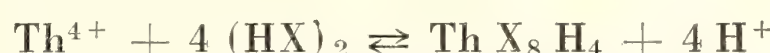
Los ensayos de saturación se realizaron mediante contactos repetidos de la fase orgánica con sucesivas alícuotas de la solución acuosa, hasta que ésta no variara su contenido de torio y de hidrógeno.

ENSAYOS EN MEDIO SULFURICO

Resultados obtenidos: En las ecuaciones que siguen el DEHPA se indica HX y $(HX)_2$ su dímero, que es la forma predominante en las soluciones orgánicas, en un amplio intervalo de concentraciones.

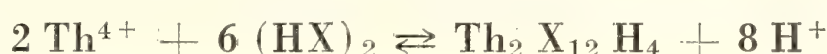
El gráfico 1 muestra los resultados que hemos obtenido determinando el intercambio torio-hidrógeno en función del pH de la solución acuosa, en las condiciones que se indican. La curva superior representa la cantidad de torio expresada en miliequivalentes de ión torio tetravalente, fijada en la fase orgánica, y la inferior, los miliequivalentes de ión hidrógeno cedidos a la fase acuosa. Los valores marcados en ambas curvas y situados en la misma línea vertical, son datos del mismo ensayo.

Si la reacción se efectuara según la ecuación



$$Th^{4+} + 4\,(HX)_2 \rightleftarrows Th\,X_8\,H_4 + 4\,H^+$$

propuesta por Blake (2), o de acuerdo a



$$2\,Th^{4+} + 6\,(HX)_2 \rightleftarrows Th_2\,X_{12}\,H_4 + 8\,H^+$$

según Sato (3) ha postulado recientemente, ambas curvas coincidirían, lo que ocurre solamente a los valores más bajos del pH. Por debajo de pH 1,0 los datos experimentales fueron erráticos debido a la escasa fijación de torio en la fase orgánica y a la alta concentración de ión hidrógeno en la fase acuosa; es presumible, sin embargo, que las curvas coincidan en esas condiciones. El valor máximo de pH utilizado fue 3,2, ya que por encima de éste las soluciones son inestables por precipitación hidrolítica del torio.

Se puede observar en el gráfico 1 que, a medida que el pH aumenta, la fijación de torio también aumenta, mientras que el hidrógeno intercambiado no varía de modo apreciable. Estos resultados sugieren reacciones distintas a las indicadas anteriormente.

Se consideró la posibilidad de que el ión sulfato formara un complejo catiónico con el torio, que se fijara en la fase orgánica. Por ello se determinó la influencia de la concentración de sulfato en la fase acuosa sobre la fijación de torio, lo cual se indica en el gráfico 2, donde se representa la variación del coeficiente de distribución E°_{A} ("concentración de torio en la fase orgánica/concentración de torio en la fase acuosa" en el equilibrio) en función

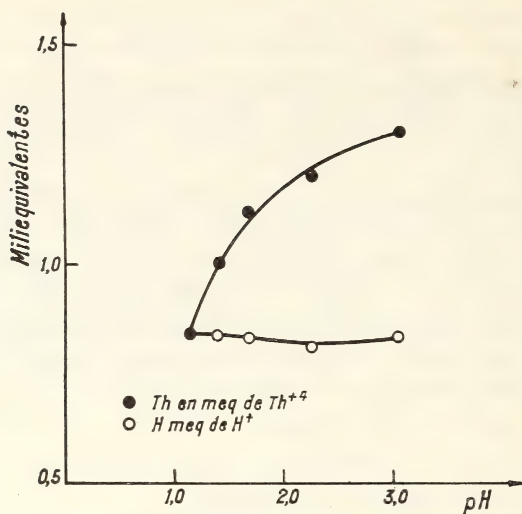


Gráfico N° 1 - Influencia del pH en el intercambio Th-H

Soluciones acuosas : Th = 3 g/l . $[SO_4]$: 0,1 M ; [DEHPA] : 0,1 M ; Relación de fases : $\frac{O}{A}\left(\frac{\text{volumen orgánica}}{\text{volumen acuosa}}\right)$; $\frac{4}{1}$

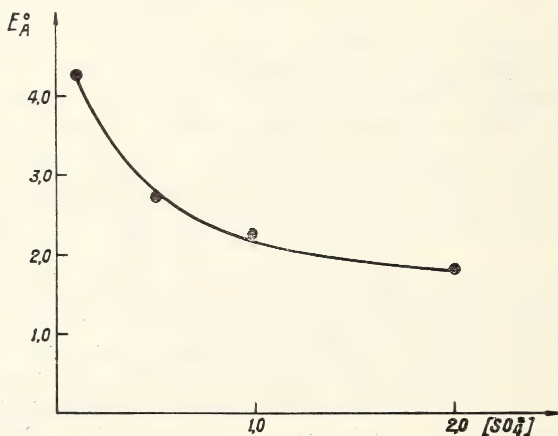


Gráfico N° 2 - Influencia de $[SO_4^=]$ en la fijación de Th

Soluciones acuoaas : Th : 2,082 g/l, pA : 2,0. DEHPA : 0.1 M. Relación de fases : $\left(\frac{O}{A}\right)$: $\frac{1}{8}$

de la concentración de sulfato, en las condiciones indicadas al pie del gráfico. El pH de las soluciones acuosas es 2,0, valor al cual en el gráfico anterior se observa una neta diferencia entre el torio fijado y el hidrógeno liberado, en miliequivalentes de los iones simples.

Se puede observar que el coeficiente de distribución disminuye continuamente con el aumento de la concentración de sulfato hasta 2 M; esa disminución continúa hasta 4 M, lo que no se indica en el gráfico porque a esos niveles de concentración se producen fenómenos de precipitación salina que hacen dudosos los resultados. El continuo descenso de E°_{A} es un argumento a favor de que no se forman complejos catiónicos con el sulfato, *que se fijen en la fase orgánica.* Esto fue confirmado en una larga serie de ensayos en que se pusieron en contacto soluciones acuosas de torio, conteniendo cantidades variables de sulfato entre 0,1 y 4 M y pH entre 1 y 3, con soluciones de DEHPA en querosén, de varias concentraciones. Luego del contacto, las fases orgánicas fueron centrifugadas y el torio fue retroextraído cuantitativamente con ácido clorhídrico 2 M. En ningún caso fue detectada la presencia de sulfato en esas soluciones, por lo tanto se descartó su fijación en la fase orgánica.

En la tabla I se indican los resultados obtenidos en ensayos de saturación, en los cuales 10 ml de solución de DEHPA, a la concentración que se indica en cada caso, fueron tratados a saturación con sucesivas alícuotas de una solución acuosa de torio de la composición indicada, a cuatro valores de pH. Se determinó la cantidad de torio fijada en la fase orgánica saturada y se calculó la relación milimoles DEHPA/milimoles torio" en esas condiciones. Se observa que esta relación tiene un valor de 3,80 a 3,87 a pH 1,5 y disminuye cuando el pH aumenta, alcanzando un valor promedio de 3,30.

En síntesis, los datos experimentales indican que:

1º La fijación de torio aumenta con el pH, mientras que el hidrógeno cedido a la fase acuosa se mantiene prácticamente constante; la equivalencia entre los iones de torio tetravalente y de hidrógeno sólo se mantiene a valores del pH próximos a 1;

2º La fijación de torio disminuye con el aumento de la concentración de sulfato en la fase acuosa;

3º El grupo sulfato no se encuentra en la fase orgánica;

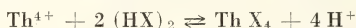
TABLA I

Ensayos de saturación en medio sulfúrico

Soluciones acuosas { Th ~ 2 g/l; SO_4 0,1 M }
Volumen fase orgánica : 10 ml

Ensayo	pH	[DEPHA] molar	milimoles DEPHA en los 10 ml	milimoles Th fijado en los 10 ml	Relación mmoles DEPHA / mmoles Th
1..........	1,5	0,407	4,07	1,07	3,80
2..........	2,0	0,407	4,07	1,20	3,39
3..........	2,6	0,497	4,07	1,20	3,39
4..........	3,0	0,407	4,07	1,25	3,25
5..........	1,5	0,207	2,07	0,54	3,83
6..........	2,0	0,207	2,07	0,64	3,23
7..........	2,6	0,207	2,07	0,65	3,18
8..........	3,0	0,207	2,07	0,59	3,57
9..........	1,5	0,120	1,20	0,31	3,87
10..........	2,0	0,120	1,20	0,36	3,33
11..........	2,6	0,120	1,20	0,37	3,24
12..........	3,0	0,120	1,20	0,36	3,33

4º Los valores de la relación "milimoles DEHPA/milimoles torio" en soluciones orgánicas saturadas, en general son menores que el valor teórico 4 cocrrespondiente a la ecuación



$$Th^{4+} + 2\,(HX)_2 \rightleftharpoons Th\,X_4 + 4\,H^+$$

y mucho menores que los valores ccorrespondientes a las ecuaciones propuestas por Blake y por Sato.

Discusión: Los datos experimentales permiten afirmar que la reacción entre DEHPA y torio en las condiciones ensayadas es más complicada que un intercambio entre iones simples. En base a esos datos pueden proponerse los siguientes modos de extracción:

1) $Th^{4+} + 2\,(HX)_2 \rightleftharpoons Th\,X_4 + 4\,H^+$

2) $[Th\,(OH)]^{3+} + 1\tfrac{1}{2}\,(HX)_2 \rightleftharpoons [Th\,(OH)]\,X_3 + 3\,H^+$

3) $[Th\,(OH)]^{3+} + 2\,(HX)_2 \rightleftharpoons Th\,X_4 + H_2O + 3\,H^+$

4) $(ThO)^{2+} + (HX)_2 \rightleftharpoons (ThO)\,X_2 + 2\,H^+$

5) $(ThO)^{2+} + 2\,(HX)_2 \rightleftharpoons Th\,X_4 + H_2O + 2\,H^+$

Es previsible que la ecuación 1) represente el mecanismo fundamental de extracción a valores de pH cercanos a 1,0, y a medida que éste aumenta, comiencen a formarse por efecto de hidrólisis otras formas catiónicas que den lugar a las reacciones interpretadas por las otras ecuaciones.

La reacción 2) debemos descartarlas, por cuanto en los espectros infrarrojos de las soluciones orgánicas saturadas que hemos preparado, en ningún caso se ha podido detectar la banda del oxhidrilo. Por lo tanto, y dado que en la fase orgánica deben existir complejos oxigenados (ya que no hay sulfato fijado) que justifiquen los valores hallados de la relación "milimoles DEHPA/milimoles torio", aquéllos serán seguramente oxocomplejos del tipo indicado en la ecuación 4), probablemente bajo formas polímeras.

En base a lo anterior nos inclinamos a proponer las ecuaciones 1) y 4) como las más probables. Los resultados obtenidos pueden explicarse como consecuencia de la variación en la proporción relativa en que se producen, al variar las condiciones experimentales.

ENSAYOS EN MEDIO NITRICO

Resultados obtenidos: En el gráfico 3 se indica la influencia del pH en el coeficiente de distribución del torio a partir de soluciones acuosas en medio nítrico. La curva, que representa valores promedio de ensayos hechos por triplicado, indican una variación muy pequeña del E_A^o con el pH, de tal modo que los valores máximo y mínimo del mismo corresponden a una fijación en la fase orgánica de 0,27 y 0,25 milimoles de torio, respectivamente. La influencia del pH es sensiblemente menor que en medio sulfúrico.

El gráfico 4 muestra la variación del coeficiente de distribución con la concentración de nitrato en la fase acuosa. Se observa aumento en la fijación hasta que la concentración de nitratos alcanza valores comprendidos entre 3 y 4 M, disminuyendo luego a medida que aumenta ésta. El gráfico sugiere la fijación de nitrato en la fase orgánica, lo que está de acuerdo con los resultados obtenidos por Peppard.

El gráfico 5 representa la influencia de la concentración de nitrato sobre el intercambio torio-hidrógeno. Los valores marca-

dos en ambas curvas y situados en la misma línea vertical corresponden al mismo ensayo. Se puede observar que la fijación de torio va aumentando con la concentración de nitrato, mientras que la cantidad de hidrógeno liberada a la fase acuosa permanece constante. Esa cantidad corresponde prácticamente a toda la que el DEHPA puede ceder (1 miliequivalente para 10 ml de solución 0,1 M), es decir, la fase orgánica está saturada y contiene cantidades crecientes de torio; por lo tanto, es de suponer la existencia de diferentes complejos del metal con el ácido orgánico.

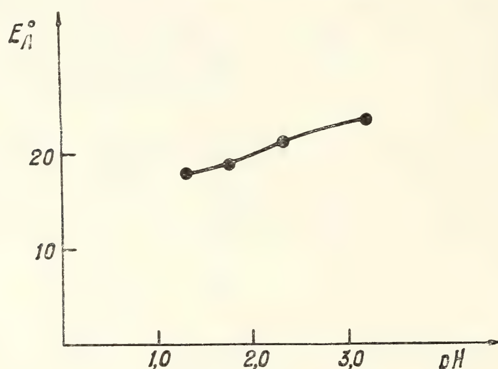


Gráfico 3. — Influencia del pH en la fijación de Th. Soluciones acuosas : Th : 2,00 g/l NO_3 : 0,1 M. DEHPA : 0,12 M. Relación de fases : $\left(\frac{O}{A}\right) : \frac{1}{4}$

En ensayos en los que la fase orgánica no se saturó, se observó un intercambio torio-hidrógeno totalmente similar, o sea, aumento en la fijación de torio y constancia en la cesión de hidrógeno. El valor máximo de la relación "milimoles hidrógeno cedido/milimoles torio fijado" fue de 2,5, lo que sugiere que la reacción de intercambio entre los iones simples no es el modo de extracción fundamental.

La tabla II indica la influencia de la concentración de nitrato en la fase acuosa, sobre la fijación de torio y de nitrato en la fase orgánica. Se puede observar que en todos los casos se fija nitrato y que la relación "milimoles nitrato/milimoles torio" en la fase orgánica, aumenta con la concentración de nitrato en la fase acuosa.

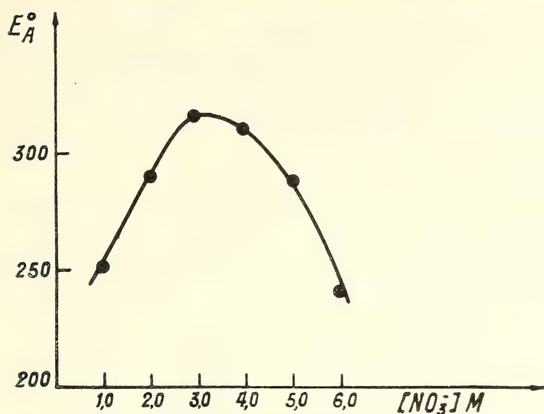


Gráfico N° 4 - Influencia de $[NO_3^-]$ en la fijación de Th

Soluciones acuosas { *Th : 1,544 g/l*

DEHPA : 0,1 M

Relación de fases $\left(\frac{O}{A}\right) : \frac{1}{10}$

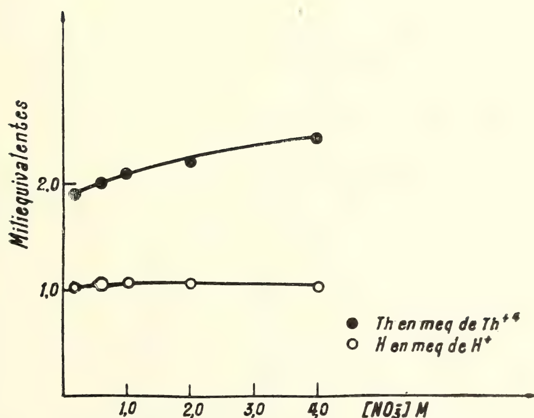


Gráfico N° 5 - Influencia de $[NO_3^-]$ en el Intercambio Th-H

Soluciones acuosas { *Th = 5 g/l* ; *pH: 1,7*

DEHPA : 0.1 M

Relación de fases : $\left(\frac{O}{A}\right) ; \frac{1}{10}$

TABLA II

Influencia de NO_3 en la fijación de Th y de NO_3

Soluciones acuosas { Th ~ 3 g/l ; pH 1,6 }
DEHPA 0,14 m
Relación de fases : 40 ml acuosa/5 ml orgánica

Ensayo	$[NO_3^-]$ molar	milimoles Th fijado	milimoles NO_3^- fijado
1	0,1	0,20	0,20
2	0,1	0,20	0,20
3	0,5	0,24	0,34
4	0,5	0,24	0,34
5	1,0	0,27	0,36
6	1,0	0,28	0,34
7	2,0	0,30	0,40
8	2,0	0,30	0,40
9	4,0	0,30	0,44
10	4,0	0,28	0,44

TABLA III

Ensayos de saturación en medio nítrico

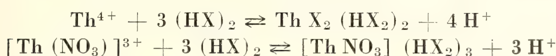
Soluciones acuosas { Th ~ 2 g/l ; pH 1,6 }
DEHPA 0,12 m
Volumen fase orgánica analizado : 10 ml

Ensayo	$[NO_3^-]$ molar	mmoles DEHPA en 10 ml	mmoles Th fijado	mmoles NO_3^- fijado	Relación Th ; NO_3^- ; DEHPA
1	0,1	1,2	0,46	0,44	3 : 1,1 : 1,1
2	0,1	1,2	0,49	0,46	3 : 1,2 : 1,1
3	0,5	1,2	0,58	0,60	3 : 1,4 : 1,5
4	0,5	1,2	0,53	0,60	3 : 1,3 : 1,5
5	1,0	1,2	0,62	1,02	3 : 1,5 : 2,5
6	1,0	1,2	0,60	1,05	3 : 1,5 : 2,6
7	2,0	1,0	0,63	1,16	3 : 1,5 : 2,9
8	2,0	1,2	0,61	1,20	3 : 1,5 : 3,0
9	4,0	1,2	0,67	1,34	3 : 1,7 : 3,3
10	4,0	1,2	0,65	1,36	3 : 1,6 : 3,4

Finalmente, en la tabla III se indican los resultados obtenidos en ensayos de saturación, utilizando soluciones acuosas con diferentes concentraciones de nitrato. Se observa que la relación en milimoles torio : nitrato DEHPA: en la fase orgánica varía de 3 : 1,1 : 1,1 a 3 : 1,6 : 3,4, valores determinados con un error de 0,2 milimoles.

DISCUSION

Discusión: La extracción de torio con DEHPA, de soluciones en medio nítrico y concentraciones del orden de 10^{-5} M, fue interpretada por Peppard y colaboradores por las siguientes ecuaciones:



$$Th^{4+} + 3\,(HX)_2 \rightleftarrows Th\,X_2\,(HX_2)_2 + 4\,H^+$$
$$[Th\,(NO_3)]^{3+} + 3\,(HX)_2 \rightleftarrows [Th\,NO_3]\,(HX_2)_3 + 3\,H^+$$

Encontraron, además, que las soluciones de DEHPA saturadas con solución neutra de nitrato de torio, contenían un grupo nitrato por cada átomo de torio. Esto estaría de acuerdo con la segunda ecuación; sin embargo, el complejo en la fase orgánica sólo contenía tres unidades monómeras o su equivalente de DEHPA por cada átomo de torio, lo cual indicaba que cerca de la saturación la extracción difiere de las reacciones indicadas por esas ecuaciones.

En base al efecto de la concentración de nitrato sobre la extracción (gráfico 4) y de la variación de las proporciones de nitrato, torio y DEHPA en la fase orgánica (tablas II y III), nosotros proponemos las siguientes ecuaciones de extracción para los niveles de concentración utilizados:

1) $[Th\,(NO_3)]^{3+} + 1\tfrac{1}{2}\,(HX)_2 \rightleftarrows [Th\,(NO_3)]\,X_3 + 3\,H^+$

2) $[Th\,(NO_3)_2]^{2+} + (HX)_2 \rightleftarrows Th\,(NO_3)_2\,X_2 + 2\,H^+$

3) $Th^{4+} + 2\,(HX)_2 \rightleftarrows Th\,X_4 + 4\,H^+$

Las ecuaciones 1) y 2) representan las reacciones más probables, puesto que el valor mínimo de la relación "milimoles nitrato/milimoles torio" en la fase orgánica es de 1.

A medida que aumenta la concentración de nitrato en la fase acuosa, aumenta la proporción de complejos catiónicos con mayor porcentaje de nitrato, y en ese caso predomina la reacción representada por la ecuación 2). Entonces es de esperar una ma-

yor concentración de torio en la fase orgánica, como lo indica el gráfico 4.

El descenso que se observa en la fijación de torio luego que el nitrato en la fase acuosa alcanza una concentración entre 3 y 4 M, puede explicarse por la formación en proporción creciente de complejos que la fase orgánica no extrae (complejos neutros y aniónicos).

La escasa influencia del pH en la extracción, indicada en el gráfico 3, se explica por el hecho de que las especies extraídas no cambian con el pH y entonces un cambio de éste sólo influye la acción competitiva del catión hidrógeno sobre la extracción de los cationes de torio, la cual es muy poco afectada.

BIBLIOGRAFIA

1. Peppard, D. F., Mason G. W. y Mc. Carthy S., *Journal of Inorg. and Nuclear Chem.*, 138, 13 (1960).
2. Blake, C., A., Baes C. F., Brown K. B., Coleman C. F. y White J. C., *Proc. 2nd. Ini. Conf. Peac. Uses of At. Energy.* Geneva, 1958, 28, 289, United Nations (1958).
3. Sato, T., *Journal of Inorg and Nuclear Chem.*, 1395, 27 (1965).

Cátedra de Introducción a la Química de la Facultad de Química y Farmacia de La Plata.
Setiembre de 1965.

Recibido el 28 de octubre de 1965.

NOTICIAS CIENTIFICAS

EL LABERINTO DEL OIDO INTERNO EN LA EXPLORACION DEL ESPACIO

Los vuelos espaciales han planteado numerosos problemas médicos y biológicos. Entre ellos, los problemas relacionados con el mantenimiento del equilibrio del ser humano, con la noción de orientación en el espacio, etc. están promoviendo intensas investigaciones sobre la fisiología y la biofísica de los canales semicirculares y los otolitos. Numerosos trabajos están siendo publicados sobre esos temas, y se realizan reuniones para discutirlos.

En enero de 1965 tuvieron lugar en Pensacola, Florida, Estados Unidos, las reuniones auspiciadas por NASA *(National Aeronautics and Space Administration)*. Las contribuciones están contenidas en un volumen titulado "*The Role of the Vestibular Organs in the Exploration of Space*"; y en enero de 1966 la misma institución, juntamente con la *National Academy of Sciences*, organizó las reuniones sobre "*Orientation in the Exploration of Space*", que se realizaron en Moffet Field, California. — *M. Valentinuzzi.*

MAGNETOBIOLOGIA

Durante los últimos años, esta rama de la Biofísica se ha desarrollado apreciablemente. En la actualidad hay laboratorios que trabajan en problemas biológicos y fiosiológicos relacionados con campos magnéticos, en Estados Unidos, Rusia, Gran Bretaña, Africa del Sur, etc.

En marzo de 1966 tuvo lugar el *Third International Biomagnetic Symposium* en la Universidad de Illinois, Chicago. Deseamos destacar que varias contribuciones de este simposio son de positivo valor para el progreso de la Magnetobiología. Entre los hechos experimentales relatados, son particularmente interesantes el efecto inhibitorio del campo magnético sobre la actividad nerviosa, la acción perturbadora sobre el crecimiento de plantas y animales y los efectos sobre la actividad encimática. En algunos de los trabajos y discusiones se insistió en la importancia biológica de los campos magnéticos de débil intensidad. — *M. Valentinuzzi.*

BIBLIOGRAFIA

Advances in the astronautical sciences: Proceedings of the sixth annual meeting of the American Astronautical Society. LXIX, 898 págs. The Macmillan Co., New York, 1961.

El presente libro contiene cincuenta y siete trabajos de especialistas en Astronáutica y ciencias afines presentados en la reunión anual correspondiente a 1960 de la American Astronautical Society. El abundante material se distribuye en las siguientes secciones: Comunicaciones Espaciales, Propulsión, Guía y Control, Medicina del Espacio y Astrobiología, Mecánica del Vuelo Espacial, Proyecto de Vehículos Espaciales, Vehículos Espaciales y Reentrada en la Atmósfera, Aplicación de Sistemas Astronáuticos y Física Espacial. No es desde luego posible intentar aquí análisis y ponderación de las distintas contribuciones entre las cuales los especialistas hallarán sin duda varias de muy alto interés. — *Carlos Raitzin.*

PEYRET, BERNARD-GUY: *Eléments de Calcul des Probabilités a l'usage des Ingénieurs.* XIII, 413 págs. Eyrolles, Paris, 1964.

Elemental y correcta, la presente obra de Peyret podrá sin duda ser útil en nuestro medio dada la carencia visible de conocedores del tema. El libro está destinado a los estudiantes de ingeniería y sus características más destacadas son la constante preocupación didáctica del autor, la profusión de aplicaciones y la esmerada presentación editorial. — *Carlos Raitzin.*

THORP, WILLARD L.: *Esfuerzos y políticas de ayuda al desarrollo, examen de 1963.* Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, 97 págs. 1963.

Se trata de un informe presentado por el Presidente del Comité de Ayuda al Desarrollo (C.A.D.) referido principalmente a las actividades de 1962. En este año la ayuda financiera a los países menos desarrollados alcanzó un nivel similar al de 1961. En 1962 los países que ofrecen ayuda efectuaron una revisión y evaluación de las políticas y funcionamiento de sus programas de ayuda. Se advierten tres tendencias: ordenamiento y racionalización de los programas de ayuda; métodos de coordinación de los esfuerzos de ayuda, cuya necesidad surge de la creciente complejidad de la distribución de la ayuda y

del mayor número de países donantes; y mayor conciencia de los problemas a largo plazo (capacidad para pagar deudas, incremento de la deuda exterior, balanza de pagos, necesidades futuras y en el incremento contínuo del comercio y ayuda).

Con referencia al capital privado, se observa una disminución de su porcentaje en el volúmen total, habiendo pasado del 50 % en 1956-1957 a un 30 % en 1962. Ello se debe, primordialmente, al incremento de la ayuda del sector público. El informe trata los siguientes tópicos:

I. Introducción.

II. Los medios financieros puestos a disposición de los países menos desarrollados en 1962, diferencias de esfuerzos entre los países del C.A.D., retraso en los desembolsos con relación a los compromisos de ayuda, perspectivas para 1963 y consideraciones con relación a las necesidades.

III. Modalidades y condiciones de la ayuda.

IV. Cooperación técnica.

V. Dispositivos de coordinación entre los países donantes.

VI. Comercio exterior y ayuda.

VII. Función del capital privado.

VIII. Condiciones para una ayuda eficiente (selección de programas y proyectos, esfuerzos de los países insuficientemente desarrollados, procedimientos y requisitos administrativos, y evaluación).

IX. Conclusiones y recomendaciones.

El informe resulta una buena guía para apreciar los problemas que enfrentan tanto los países que ayudan como los ayudados. *Emilio L. Díaz.*

Organisation de cooperation et developpement economiques (OCDE) : Les moyens financiers mis á la disposition des pays moins développés ; 1956-1963. Paris. 1964. 179 págs.

Es este el cuarto informe de la serie publicada por la OCDE y su antecesora, la OECE. Su objeto es ofrecer, de acuerdo a las indicacionesc de los países donantes y de los organismos multilaterales, una reseña de los recursos financieros provistos a los países menos desarrollados. Estos informes se refieren, principalmente, a la amplitud y naturaleza de los medios financieros aportados, las características principales de la política seguida por cada uno de los países donantes, así como los mecanismos institucionales que rigen el otorgamiento de ayuda al extranjero. La lista completa de los países englobados en la expresión "países industrializados de la OCDE" es la siguiente: Bélgica, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Noruega, Holanda, Portugal, República Federal Alemana y Reino Unido, así como Austria, Suecia y Suiza. El informe incluye también referencias a ayudas proporcionadas por la Unión Soviética y China.

El informe es convenientemente ilustrativo y completo, razón por la cual

resulta una referencia útil para el economista político. Contiene numerosos cuadros estadísticos.

Ha sido dividido *en tres* secciones: I. Introducción. II. Contribuciones aportadas en 1963. II. 1. Aporte total, contribuciones del sector público, de los capitales privados, monto total de los fondos de todos los orígenes y referencias sobre el criterio estadístico utilizado. II. 2. Naturaleza y condiciones financieras de las contribuciones del sector público, donaciones, préstamos bilaterales, condiciones financieras, etc., y repartición geográfica de la ayuda. II. 3. Contribuciones del sector público según su objeto. II. 4. La ayuda económica de los países chino-soviéticos a los países menos desarrollados. II. 5. Contribuciones de otros países industriales. II. 6. Aportes del sector privado. III. Programas de ayuda de los países miembros. — *Emilio L. Díaz.*

DREYFUSS, EDMOND. *Leçons sur la Résistance des Matériaux,* Editions Eyrolles, Paris, 1965. Tomo 3 (Libros 1 y 2), 771 páginas.

Se trata de una obra didáctica, destinada a los ingenieros-alumnos de las escuelas de aplicación, a los alumnos de ingeniería de los grandes establecimientos de enseñanza tecnológica, a los ingenieros de las administraciones técnicas y empresas y, particularmente, a las de Obras Públicas. Tiene por propósito ofrecer un elemento de referencia y de trabajo y, al mismo tiempo, una guía que facilite la tarea y permita calcular con rapidez y sin errores de base.

Con el objeto de llegar al mayor número posible de personas, el aparato matemático ha sido simplificado en todo lo posible. Los distintos casos y problemas estudiados van precedidos por definiciones y referencias breves sobre los fundamentos de la solución que se expone luego. Es este un buen procedimiento que, sin alargar en demasía el libro, sirve a la mejor claridad y compresión de lo que se tiene entre manos, así como de ayuda memoria de lo ya conocido por el ingeniero.

El libro contiene una gran cantidad de esquemas y diagramas y también de ejemplos, es sin duda, un recurso útil para aquellos que deben operar con estructuras. Los títulos y capítulos del Tomo 3 incluyen.

Título I. Fórmulas generales de Hiperestaticidad, vigas continuas.

Capítulos: I. Generalidades;; II. Introducción al estudio de las vigas continuas, cualquiera sea el método; III, Repaso de las fórmulas fundamentales de los segmentos (entre apoyos) rectos hiperestáticos; IV, El teorema de los tres momentos y sus desarrollos; V. Estudio de un segmento separado; VI. Aplicaciones del teorema de los tres momentos, estudio de proyectos, formularios; VII. Teoría de los puntos fijos; VIII. Estudio analítico de los desnivelamientos; IX. El teorema de los dos momentos y sus desarrollos; X. Ejemplo de estudio de un proyecto de viga continua, por el método de los dos momentos; XI. El principio y la aplicación del método de los segmentos de carga; XII. Ejemplo del empleo de las fórmulas de los momentos sobre los apoyos en función de la posición de los puntos fijos y de los momentos estáticos o segmentos de carga; XIII. Ejemplo de confección de diagramas totalizadores de cargas permanentes; XIV. Ejemplo de estudio de la acción de sobre-

cargas por el método de los segmentos de carga; XV. Ejemplo de confección de diagramas resultantes; XVI. La elástica simplificada de un segmento hiperestático; XVII. La elástica simplificada de una viga continua de varios segmentos; XVIII. Ejemplo de la aplicación del método de Mohr; XIX. Estudio gráfico de las desnivelaciones; XX. Generalidades sobre el método de las líneas de influencia; XXI. Líneas de influencia de los momentos sobre los apoyos; XXII. Líneas de influencia de los momentos flexionadores en secciones que no son las de apoyo; XXIII. Líneas de influencia de los esfuerzos al corte y líneas de influencia de las reacciones; XXIV. Aplicación del método de las líneas de influencia, caso de cargas rodantes en el estudio de la armazón de un viga continua; XXV. Estudio gráfico de vigas de sección variable; XXVI: Indicaciones sobre el estudio de las deformaciones.

Título II. Teorías energéticas, potencial interno, armazones, arcos, presión de los taludes, muros de contención.

Capítulos: I. Acción deformante, trabajo de las fuerzas moleculares, potencial interno; II. Teoremas sobre la reciprocidad de las fuerzas y de los desplazamientos; III, Teorema de Castigliano o de las derivadas de la acción deformante; IV. Teorema Menabrea o del trabajo mínimo; V. Ecuaciones generales de Bertrand de Fontviolant; VI. Acción dinámica de las fuerzas externas.

Título III. Piezas curvas, arcos, bóvedas, presión de los taludes, muros de contención.

Capítulos: I. Piezas curvas, arcos, bóvedas; II. Presión de los taludes, muros de contención. — *Emilio L. Díaz.*

NICULESCU, GH. : *Muntii Godeanu, studiu geomorfologic,* Editura Academici Repúblicii Populare Románe, Bucarest, 1965. 339 páginas.

Es un detallado estudio del macizo montañoso Godeanu, principal nudo orográfico del sector occidental de los Cárpatos Meridionales, en Rumania. Los problemas geomorfológicos expuestos son el resultado de una investigación minuciosa en el terreno y de un análisis crítico de la bibliografía existente. El libro contiene numerosas fotografías, cartas y croquis, y resúmenes del mismo en francés y ruso.

Desde el punto de vista estructural, los montes Godeanu corresponden a la parte oriental de un gran resto de recubrimiento. Se incluyen el autóctono, formado de esquistos cristalinos debilmente metamorfoseados, con intrusiones graníticas y recubierto por sedimentos mesozoicos, conglomerados, areniscas y macizos calcáreos, y un manto guético, constituido por esquistos cristalinos fuertemente metamorfoseados y que están cubiertos por una sola capa de conglomerados, areniscas y esquistos arcillosos, la que se manifiesta en la parte este del macizo.

Luego de una descripción físico geográfica el autor analiza la morfología (relieve, hipsometría, relieves fragmentarios, etc.), la morfogénesis (agentes modeladores, erosión, relieves fluviales, relieves crionivales y los procesos

geomorfológicos actuales, tanto permanentes como periódicos y las perspectivas económicas de los montes Godeanu) así como su desarrollo en las diferentes etapas geológicas. La acción glaciar es estudiada con detenimiento.

Emilio L. Díaz.

GRIAULE M. ET DIETERLEN G. : *Le renard pâle,* Institud d'Ethnologie, Musée de l'Homme, Université de Paris, 1965, 544 páginas.

Se trata de un estudio de las creencias religiosas, de la pictografía, del simbolismo y de la cosmogonía de las tribus Dogón, que viven en la República del Mali, ubicada en la región que integró el Africa Occidental Francesa.

Los dogones ocupan un territorio situado en la frontera entre el Mali y el Alto Volta. Los primeros ocupantes históricos de la región deben haber sido los Kouroumbá, llamados Tellen por los dogones, quienes dejaron en las barrancas y riscos más inaccesibles de los paredones, numerosas construcciones de adobe (habitaciones, graneros, santuarios) y cementerios, como así también material religioso, especialmente estatuillas de madera de notable calidad estética.

Las creencias religiosas de los dogones comprenden un dios supremo Amma, creador del Universo y las primeras criaturas vivientes y animadas, hechas por Amma, es decir los monitores Nommo, antecesores de los hombres, a los cuales Amma ha confiado una parte de la realización del Universo y, específicamente, los tres primeros Nommo. De ellos, el tercero es el "padre" de los hombres y fue sacrificado al cielo para reparar las faltas de su mellizo, el cuarto (formador de la Tierra, caído y convertido en zorro), resucitando después y ubicándose desde entonces en el agua, su dominio. Finalmente los "antepasados" de los cuatro linajes, hijos de Nommo sacrificado y resucitado, Amma Séru, Lebé Séru, Binu Séru, Diongu Séru y las cuatro mellizas, que son considerados simbólicamente como los "ocho antepasados" primitivos de las cuatro tribus dogonas.

El libro contiene numerosas ilustraciones y está escrito de manera amena. Puede ser útil a los antropólogos, no solamente como referencia sino también en tanto a los métodos empleados en la investigación, así como para estudios comparativos. — *Emilio L. Díaz.*

TAMÉS ALARCÓN, CAYETANO: *Utilización de las aguas saladas para riego,* Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, Madrid, 1965, 138 páginas.

Es un libro escrito llanamente y con espíritu de manual, aspecto que lo torna de uso práctico para determinar las condiciones de utilización de las tierras en las que se requiere riego.

Por ello, desde el punto de vista de las necesidades de nuestras regiones áridas y semiáridas, resultaría interesante un estudio comparativo entre las tesis expuestas, y los consejos que surgen del libro y la experiencia de que dispone nuestro Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Como la obra que comentamos contiene 23 síntesis de las conclusiones a que llegaron,

desde 1920, numerosos investigadores y autores de diversas naciones, el aporte de información es considerable.

Bajo el título de "Condiciones Generales" se hacen referencias entre otras, a la concentración de la disolución del suelo y sus causas, toxicidad específica, sistemas de clasificación de aguas, datos de carácter técnico para la aplicación de aguas saladas, forma de regar, correctivos, fertilización y aplicación del sistema de clasificación que se propone. En el capítulo sobre "La calidad de las aguas de riego vista a través del tiempo", se incluyen las síntesis de los trabajos a que nos referimos antes. El apéndice I trata de la interpretación de análisis de aguas para riego, con arreglo a diferentes sistemas y el Apéndice II, los métodos de análisis de agua para regadío. — *Emilio L. Díaz.*

VISCONTI, A. : *Theorie quantique des champs,* Tome II (pp. 301 a 711). (Traite de Physique Theorique et de Physique Mathematique XVII). (Ed. Gauthier-Villars) Paris, 1965.

Ya en la página 143 de las Entregas V-VI, Tomo CLXXVIII, correspondiente a noviembre-diciembre *1964* de los Anales, hemos realizado una fugaz cita del Tomo I (Formalismo Halmiltoniano y Campos Libres) del profesor Visconti de la Universidad "d'Aix-Marseille", publicación fechada en *1961.*

La aparición del presente tomo: II, un poco más extenso que el anterior y que trata sobre: *Campos de Interacción* y *Formalismos funcionales,* se vio retrasada desde el año 1960, debido en gran parte por las ulteriores correcciones y también por las múltiples ocupaciones del distinguido autor.

Comienza con el *Capítulo VII,* cuyo título es: *Esquema de Heisenberg. Operador* $^{v}\check{S}$ y se encuentra dividido en dos secciones. La primera compuesta por 9 parágrafos y la segunda por 4.

El *capítulo VIII,* sobre: *Esquema de Schrödinger* y sus dos secciones se titulan respectivamente: *La evolución del vector de Estado y Operador* $^{v}\check{S}$. La primera consta de 3 parágrafos y la segunda de 7.

El *capítulo IX* se refiere a: *El Esquema de Interacción.* La primera sección trata sobre generalidades y se encuentra dividida en 4 subsecciones. La segunda, dividida en dos, lleva como subtítulo: *Evaluación del Operador* $^{v}\check{S}$ *en el Esquema de Interacción.* Y la tercera con 5 parágrafos (subsecciones) corresponde a: *Mecánica Ondulatoria y Teoría Cuántica de los Campos.*

El *capítulo X* se concentra concretamente a lo indicado por su encabezamiento: *La Renormalización del Electromagnetismo cuántico.*

El último *capítulo* que es el XI: *Formalismos Funcionales en Teoría Cuántica de los Campos,* cuyas dos secciones tratan respectivamente sobre: *Teoría General de los Propagadores* y sobre *Formalismos Funcionales,* considerando: Análisis espectral de los propagadores, fórmulas de Källen-Lehman. Regulación de las funciones de la teoría cuántica de los campos. Comportamiento asimptótico de los propagadores. Fórmula de reducción de Lehman-Symanzic-Zimmerman. Formalismo de Bogoliubov, Medvedev y Polivanov. Relaciones de dispersión y finalmente: Formalismo axiomático de Wightman.

Cierran el libro dos apéndices sobre: *Métodos de cálculo aproximado del operador* $\check{S}$ e *Integración funcional* y *Aplicaciones.*

El autor da término a la exposición con sus *Conclusiones*, 5 páginas de apretada y clara síntesis sobre el problema. Las referencias bibliográficas se dan a pie de página, al igual que algunas acotaciones. — *Aldo R. J. Paoli*

Colloque International A. S. T. M. - R. I. L. E. M. : *Aplication de la physique moderne et de la physique nucléaire aux essais de matériaux,* Eyrolles, Paris, 1964 113 páginas.

Hasta hace poco, el estudio de los materiales de construcción se limitaba, salvo en algunos laboratorios, a la determinación de sus características mecánicas por medio de métodos destructivos. En la actualidad se tiende, cada vez más, a completar el examen puramente fenomenológico con un estudio a nivel molecular y ,por otra parte, a tomar de la física moderna métodos de ensayos no destructivos, cada vez más numerosos; v. gr: rayos X, resonancia magnética, radioisótopos, etc.

Con esta intención se realizó en Filadelfia (EE. UU.) el 3 y 4 de febrero de 1964, un coloquio organizado por la American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.) y la "Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Matériaux de Constructions" (R.I.L.E.M.), sobre la aplicación de la física nuclear a los ensayos de materiales.

Los diez trabajos presentados han sido reunidos en el libro que nos ocupa y sus títulos son:

1. "Aplicación de las ondas radioeléctricas centimétricas a los ensayos no destructivos", por A. R. Boot y A. Watson.
2. Investigaciones efectuadas en el C.E.B.T.P. sobre la aplicación de la física moderna a los ensayos de materiales: "Estudio dieléctrico de los materiales húmedos", por J. Paquet y "Aplicación de los radioisótopos y de los rayos X al estudio de algunos materiales de construcción", por R. Lachaud.
3. "Análisis espectroquímico, por rayos X, de los materiales: cemento y las amalgamas dentales", por L. Bean y B. W Mulligan.
4. "Empleo de la técnica nuclear en la ingeniería vial", por P. L. Blackwell.
5. "Aplicación de la difracción de los neutrones al estudio de la estructura de la materia", por E. Legrand.
6. "Ensayo no destructivo para la evaluación del tenor de cemento en la argamasa endurecida", por E. R. Yaltkaya, S. Urkan, H. S. Senturk, K. Koksal y D. V. Erustrun.
7. "Método radiométrico para determinar la humedad en los muros de ladrillos", por . Rosinski, T. Przedecki y Z. Stachowicz.
8. "Las técnicas más recientes para la aislación en el espacio", por J. S. Light.
9. "Propiedades físicas de las rocas y aplicaciones probables", por J. E. Udd.
10. "Influencias de la física moderna en relación a las propiedades de la madera y su evolución", por R. L. Youngs.

Los títulos antes mencionados señalan una orientación bien definida y moderna en cuanto a ensayos sobre materiales de construcción y elementos afines. El texto de los trabajos resulta rico en sugestiones para todo investigador en este campo tecnológico de reciente apertura. — *Emilio L. Díaz.*

Correo Argentino Central « B »
Franqueo pagado Concesión Nº 1186
Tarifa reducida Concesión Nº 6247

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

DIRECTOR : Cap. de Navío (R. S.) EMILIO L. DIAZ

MAYO-JUNIO 1966 — ENTREGAS V-VI — TOMO CLXXXI

SUMARIO

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1966

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Art. 10 del Reglamento de los « ANALES » (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de Septiembre de 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los « Anales », serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director.

Impreso en Imprenta Coni - Perú 684 - Buenos Aires - República Argentina

SERIE II, CIENCIAS APLICADAS, Nº 3

DESARROLLO DE UN MEDIDOR NEUMATICO DE DISTANCIAS

POR LOS INGS. M. EUGENIO VALENTINUZZI
ERNESTO MARTINEZ SANTOS Y JORGE SANTOS
(Laboratorio de Computadoras, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca)

RESUMEN

Este artículo describe un medidor neumático de distancia construído especialmente para el ajuste mecánico de las cabezas del tambor magnético de CEUNS.

Si bien el propósito específico del dispositivo no exigía valores absolutos, se presenta un procedimiento de calibración así como un conjunto de curvas en las en las que se aprecia una importante influencia de la presión atmosférica.

Finalmente, una analogía eléctrica se muestra promisoria como posible herramienta de diseño para equipos similares.

SUMMARY

This paper describes the development of a pneumatic distance meter which was built specially for the mechanical adjustment of CEUNS's magnetic drum heads.

Although no absolute values were needed for the specific purpose of the instrument, a calibration procedure is presented along with a set of curves in which it appears evident the strong effect of the atmospheric pressure.

Finally, an electrical analogy shows itself as a very likely powerful tool for the design of other equipments.

1. INTRODUCCION

Durante el desarrollo del Proyecto CEUNS ([1]) surgió el problema de la medición de la distancia existente entre las cabezas grabadoras-lectoras de la Memoria Auxiliar y la superficie rotatoria del tambor mismo. La solución se obtuvo mediante un dispositivo neumático, *Neumotrón*, desarrollado y construido en el Laboratorio de Computadoras de la UNS.

Tal aparato se basa en principios perfectamente conocidos, y, por otra parte, ya utilizados en problemas similares al nuestro ([2, 3, 4]).

Las condiciones del problema exigían, por un lado, un método capaz de apreciar separaciones del orden de los 5 micrones, y por otro lado, imposibilitaban el uso de dispositivos como los calibres "pasa - no pasa", pues, una vez montado el tambor, éste resulta completamente inaccesible.

No es aconsejable, tampoco, la introducción de cuerpos extraños, pues la película magnética puede ser fácilmente dañada.

A través de un conducto practicado en la cabeza grabadora-lectora (o, en un caso general, a través de la pieza cuya distancia a una superficie se desea obtener), es inyectado aire a cierta presión. *La caída de presión en el orificio resulta función no lineal de la distancia:* pérdida nula cuando la separación es nula y pérdida total cuando la distancia es relativamente grande, indican las dos condiciones límites del sistema. Todo consiste en disponer de un manómetro que permita medir dicha pérdida de presión, y luego, de alguna forma, relacionarla con la distancia buscada.

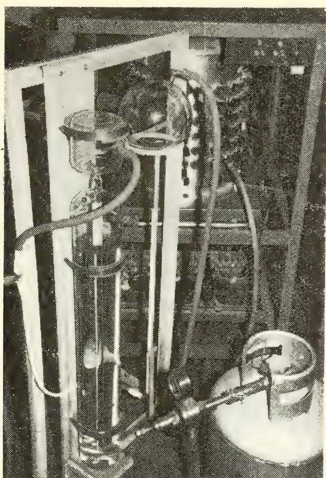
Ahrendt y Taplin ([5]) y Truxal ([6]), explican muy claramente la fundamentación teórica del principio delineado más arriba, al cual se lo denomina también *amplificador neumático*. En la Ref. 2 se describen varios sistemas basados todos en el mismo principio. Solex Gauges ([4]), de Inglaterra, y Millipneu ([3]), de Alemania occidental, han desarrollado equipos neumáticos medidores de distancias en escala comercial.

2. DESCRIPCION DEL APARATO

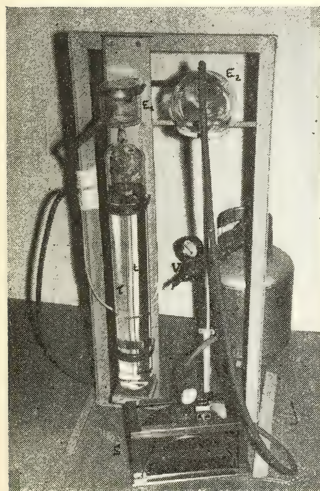
Describiremos el aparato refiriéndonos a la figura 1. La garrafa G, que se emplea como depósito de aire comprimido, se carga a una presión compatible con ella y con la válvula reductora. Conviene llenarla a la máxima presión admisible por este sistema con el fin de evitar recargas frecuentes.

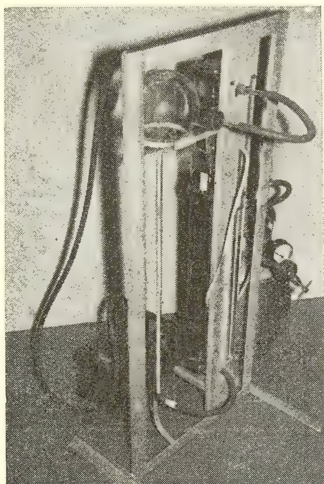
La válvula V_r reduce la presión p_g a la presión de trabajo p_1 (unos 40 mmHg por encima de la presión atmosférica), y suministra, también, una primera regulación. En el recinto E_1 se establece la presión p_1.

El tubo T posee agua almacenada hasta cierto nivel. Cuando p_1



Vista general del Neumotron. En la parte posterior puede observarse el tambor magnético





Izquierda : *Vista general del aparato.* La nomenclatura corresponde con la de la figura 1. S, Simulador. En su parte superior se ve el comparador empleado como patrón Derecha : *Vista general aparato.*

supera el valor determinado por la presión atmosférica más la proporcionada por la altura de agua, escapará aire a través del tubo t_1, la columna de agua por la que burbujea y la ventilación v. En ese momento se cumplirá que: $p_1 = p_a + \rho H$. Resulta evidente que *la sobrepresión nunca podrá superar el valor determinado por el nivel de agua*, y que, mientras se mantenga el burbujeo, *la columna de agua actuará como estabilizadora de presión*. En consecuencia, p_1 *en el recinto* E_1 *es constante.*

Fig. 1. — Esquema del medidor neumático de pequeñas distancias

En caso que V_r se abra excesivamente, el burbujeo aumentará; conviene evitar esto por dos razones:

1) puede proyectar agua al exterior y, en caso extremo, dañar el equipo;

2) se gasta aire inútilmente y habrá que cargar la garrafa con mayor frecuencia.

Es aconsejable, por consiguiente, abrir V_r de tal forma que se mantenga siempre una salida razonable de aire (una burbuja por segundo).

El tubo T tiene por finalidad proporcionar la columna H de agua; de ahí su altura, 75 cm, para garantizar una sobrepresión de unos 40 mmHg *.

* La columna efectiva de agua es de 60 cm.

Además, para disminuir variaciones por el burbujeo, y sobre todo porque el agua que ingresa o sale del tubo sale o ingresa al t_2, la sección de T debe ser grande con respecto a la de t_2 Decrece así la variación en H al variar la columna de agua en t_2.

Una vez que el aire, a la presión p_1 estabilizada, se encuentra en el balón E_1, siguiendo su camino activo, debe pasar a través de una boquilla o constricción B_1 al balón E_2. La cabeza grabadora-lectora, con su conducto, actúa como tobera, y la superficie del tambor, como cierre. Resulta fácil reconocer el amplificador neumático descripto por Ahrendt y Taplin (5).

El manómetro utilizado es del tipo U, cuyas ramas son, respectivamente, los tubos t_2 y T, con la salvedad de que la altura de agua en una de las ramas, la T, es prácticamente constante debido a la gran diferencia de secciones.

El nivel de la columna de agua en t_2 es, pues, función de la distancia x entre la superficie del tambor y la cabeza.

Para un dado x, este nivel adoptará una posición intermedia entre h_c y h_a (que corresponden, respectivamente, a $x=0$ y $x=\infty$).

Existen dos formas de interpretar este nivel, y ambas conducen al mismo resultado. La altura h_{2a} mide la presión p_2 con respecto a p_a, y el manómetro actúa como U abierta; la altura h_{21} mide p_2 con respecto a p_1, actuando el manómetro en forma diferencial con un extremo constante e igual a p_1.

3. CURVAS DE CALIBRACION

Es bien conocida la forma general de las curvas presión-distancia del amplificador neumático (5); sin embargo, resulta necesario efectuar la calibración para cada aparato particular. Para ello, y dado nuestro problema especial, fueron simuladas externamente las condiciones de fijación de una cabeza frente al tambor. En una de las fotografías puede apreciarse el simulador S construido a tal efecto, el cual permite la colocación de un comparador que actúa como patrón *.

* El comparador utilizado posee: precisión = 0.1; menor división = 10 micrones; apreciación = 5 micrones.

3.1. *Procedimiento*

Luego de insertar una cabeza en el simulador, junto con el comparador patrón, se conecta una manguera M2 (fig. 1) a la salida del balón E_2.

El otro extremo de la manguera lleva una boquilla que se enchufa en el orificio ya preparado en la cabeza.

La figura 2 visualiza el detalle manguera-boquilla-cabeza-tambor.

Se abre la válvula reductora de manera de mantener un burbujeo lento y constante en T (fig. 1). Una vez estabilizado el nivel de agua en t_2, se lleva la cabeza hacia el tambor por medio del tornillo de ajuste, hasta que la misma toque la superficie. En esa situación, *la columna de agua se hallará en* h_c, *la distancia* x *será cero y el comparador marcará cierto valor que tomamos como inicial.*

Girando el tornillo de ajuste de forma que la cabeza se aleje 5 micrones, medidos con el comparador a partir de la lectura inicial, se produce una circulación de aire y una disminución en la presión p_2; por consiguiente, ocurrirá un ascenso del nivel de agua en el tubo t_2. Repitiendo este proceso de 5 en 5 micrones se obtuvieron las curvas de la figura 3.

3.2. *Corrección por variaciones de la presión atmosférica*

Como se puede observar en las curvas de la figura 3, éstas dependen fuertemente de la presión atmosférica. En nuestro problema particular no estábamos interesados en obtener el valor absoluto de la distancia, sino que, en primer lugar, se deseaba disponer de un método que evitara posibles rayaduras en la película magnética por excesivo acercamiento de las cabezas, y, en segundo lugar, era necesario efectuar una comparación cabeza a cabeza, o sea, obtener una medida relativa. Por tal motivo no se profundizó el estudio de esta influencia. Sin embargo, conceptualmente el proceso es como sigue: dentro de la tobera de la cabeza (fig. 2) aparece una contrapresión p_{2c}, la cual, por supuesto, depende de la distancia x. Cuando x es pequeña, tal que $p_{2c} > 0.53\ p_2$, el sistema se encuentra en régimen subsónico ([5], [6]) y el aparato posee buena sensibilidad (pequeñas variaciones en x producen grandes variaciones en p_{2c}). Si p_a aumenta, también aumenta, en relación no lineal, la contrapresión p_{c2}. Además se incrementa p_1 (y también

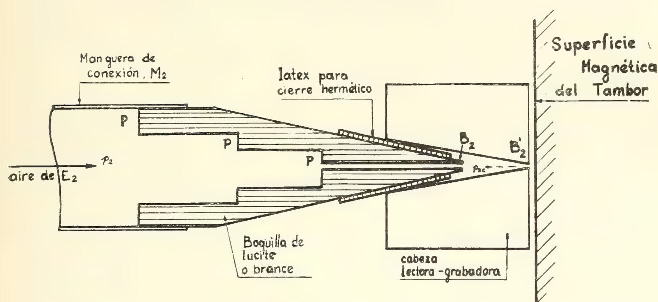


Fig. 2. — Detalle manguera-boquilla-cabeza-tambor

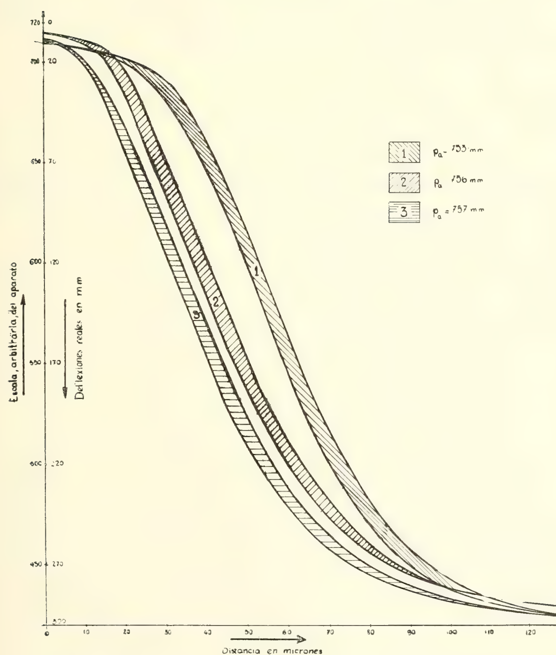


Fig. 3. — Curvas de calibración

p_2) en un valor igual a la variación que sufrió p_a. Aunque los efectos de los incrementos de p_{2c} y de p_1 son de signo contrario (el aumento de p_{2c} tiende a deflexionar más columna de t_2, mientras ocurre lo opuesto al acrecentarse p_1), la influencia es relativamente mayor sobre p_{2c} que sobre p_1, y como consecuencia, aumentos de p_a producen mayores deflexiones para los mismos x, como lo demuestran claramente las curvas de calibración (fig. 3). Además, cuando el tambor gira, ocurre un gran incremento en p_{2c}, que se traduce en deflexiones mucho mayores.

Cuando la distancia es relativamente grande, tal que $p_{2c} < 0.53\, p_2$, se supera el punto crítico ([5], [6]). Las curvas de calibración se hacen horizontales, pues el caudal es independiente de la contrapresión p_{2c}. Se podría aumentar el rango de medición (mayores distancias) aumentando la sección de las boquillas de inyección B_1 y B_2, o bien disminuyendo la presión aplicada; claro está que tales modificaciones disminuyen la sensibilidad.

4. ANALOGIA ELECTRICA

Utilizando las analogías entre magnitudes eléctricas y magnitudes hidrodinámicas no resulta difícil presentar un símil eléctrico del aparato neumático descripto.

En la figura 4 la tensión aplicada p_e corresponde a la presión a la salida de la garrafa, luego de V_r (fig. 1). El diodo t_1 permite la circulación de corriente solamente en un sentido, y esto sólo ocurre cuando la tensión p_1 es mayor que $p_H = \rho H$. Tal es la función que cumple el agua contenida en T (fig. 1), cuya altura efectiva debe medirse desde el extremo inferior del tubo t_1 hasta el nivel superior del agua. Los capacitores E_1 y E_2 consideran los balones homólogos de la figura 1; ambos están referidos al potencial p_a. La resistencia B_1 la introduce la boquilla de vidrio que conecta E_1 con E_2. La resistencia B_2 (fig. 2) tiene en cuenta la boquilla de conexión, y la B'_2 considera la tobera practicada en la misma cabeza grabadora-lectora.

El resistor variable X es el símil de la distancia x; para $x = 0$, el cursor está en el punto Q (no existe caída de tensión), el voltaje $p_Q = p_2$, y luego de un período de estabilización, $p_Q = p_2 = p_1$.

Para $x = \infty$, el cursor está en el mínimo (la caída de tensión es

total). Este resistor X no es lineal, sino que seguirá una ley del tipo

$$X = \frac{k}{a\ x^{\beta}} \tag{1}$$

donde k es una constante arbitraria, a es una función de p_a, de la temperatura, y del número de Reynolds R_e, x es la distancia y β es una constante propia de cada aparato.

El amplificador es diferencial de c.c., y mide las variaciones de p_2 producidas por los cambios de la resistencia X, amplificadas, con respecto a la tensión constante p_1.

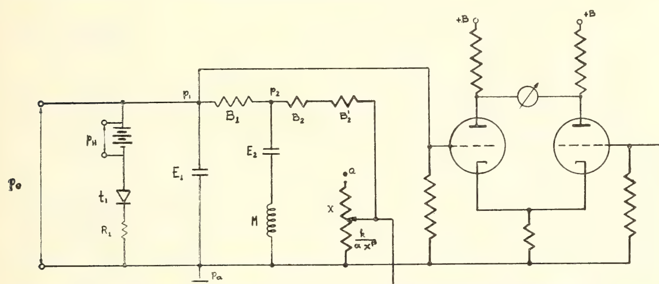


Fig. 4. — Circuito eléctrico analógico del medidor neumático. Comparar con la figura 1.

De la simple observación del circuito eléctrico se pueden obtener interesantes conclusiones que importan directamente al diseño del aparato.

1) *Estabilidad de* p_1

La presión p_1 debe ser lo más constante posible, de donde se desprende un valor grande para el capacitor E_1.

Por otra parte, ya ha sido mencionada la variación de altura H al modificarse el nivel en t_2. Para que H resultara absolutamente constante, el tubo T debería poseer una sección infinita.

En la práctica todo se reducirá a elegir una relación adecuada entre las secciones de T y t_2.

La variación porcentual debida a este efecto viene dada por (fig. 5):

$$E\,\% = \frac{\Delta H \times 100}{H} \tag{2}$$

siendo

$$\Delta H = \frac{d^2}{D^2}\,\Delta h_{t_2} \tag{3}$$

en la que d y D son los diámetros respectivos de t_2 y T. En nuestro caso, $d = 1$ cm, $D = 10$ cm y $H = 60$ cm, resultando $\Delta H = 0{,}01$

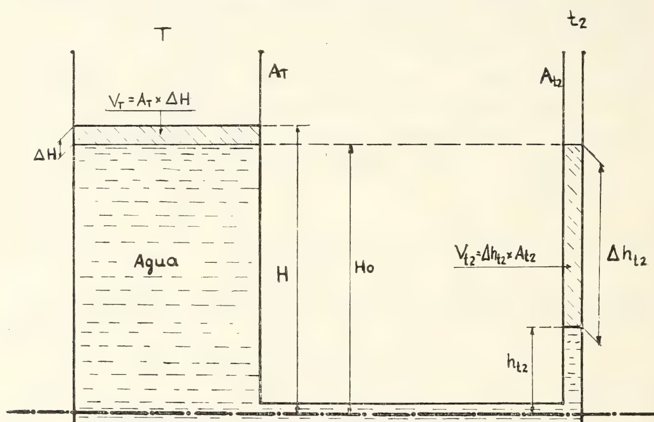


Fig. 5. — Variación de H debida a variaciones en t_2

Δh_{t2}. Es decir, la variación de presión p_1 debida a variaciones en la columna H se mantiene siempre menor, o a lo sumo igual, que el 1 %.

2) *Sensibiblidad*

Con el fin de aumentar la sensibilidad, resulta deseable trabajar con tensiones (presiones) elevadas. Este requerimiento implica mayor tensión de entrada p_e, que a su vez es limitada por la tensión de batería $p_H = \rho H$. Para conseguir una p_1 mayor, la batería p_H debe ser mayor, lo que exige una altura de agua mayor, con el consiguiente aumento en las dimensiones del tubo T.

3) *Constante de tiempo*

Una mayor sensibilidad conduce a una diferencia grande entre las presiones p_1 y p_2, pero esto último, para una dada p_e, sólo se logra con una resistencia B_1 elevada. Al incrementar B_1 ocurre que la constante de tiempo, determinada por B_1 y E_2, también aumenta, lo que se traduce en un tiempo de estabilización largo. Esto ha sido comprobado experimentalmente al emplear boquillas de diámetro pequeño *: el tiempo de lectura llegó a varios minutos. Por otra parte, si la constricción B_1 es muy pequeña, el rango de medida también resulta pequeño.

4) *Balón E_2*

El capacitor E_2 actúa como filtro frente a las variaciones de la carga. Normalmente se desea medir una determinada distancia que corresponde a cierta p_2 luego de un período de estabilización. Este capacitor aumentar innecesariamente el tiempo de establecimiento; por tanto, desde este punto de vista, conviene disminuir E_2. En el equipo estudiado tal consideración no era bien conocida en el momento de construirse y se supuso que convenía más un buen filtraje. Así resultó un tiempo de lectura de alrededor de 50 seg, cosa algo incómoda cuando se realizan muchas lecturas.

5) *Oscilaciones*

En serie con E_2 se tiene la inductancia M, que representa la masa de agua que se mueve en la rama t_2 del manómetro. Esta inductancia, junto con el capacitor E_2, pueden originar oscilaciones peligrosas.

La viscosidad del agua y los fenómenos de tensión superficial equivalen a poner una resistencia amortiguadora en ese circuito resonante.

De cualquier forma, conviene que M sea llevada a valores pequeños. Si el diámetro de t_2 es suficientemente pequeño, la masa móvil de agua es pequeña y M resulta despreciable. Disminuye, también, el efecto tratado en el punto 1.

* Las boquillas B_1 usadas tienen los siguientes diámetros mínimos: 0.1 mm, 0.5 mm y 1 mm.

6) *Amplificador diferencial*

El amplificador debe ser lineal, puesto que todas las alinealidades se han considerado en otros componentes. Por lo demás, este circuito no posee ninguna particularidad que lo distinga de los convencionales.

7) *Turbulencias*

Un fenómeno bastante complejo está representado por las turbulencias que pueden aparecer en las distintas conexiones. Dichas turbulencias poseen una importante dependencia con la sobrepresión aplicada. En la figura 2 es posible apreciar lugares (marcados con la letra P) que son causa de torbellinos. Una técnica constructiva más depurada evitaría esas dificultades. No obstante, la sobrepresión aplicada (40 mmHg) se halla por debajo ([5]) del valor en que los torbellinos comienzan a perturbar apreciablemente.

El efecto de las turbulencias se reflejaría en una ley mucho más complicada que la expresión (1) para relacionar la distancia x con el resistor X.

5. CONCLUSIONES

Del manejo del dispositivo surgen algunas ideas y posibilidades, tanto de mejora como de estudios ulteriores: compensación de las variaciones de la presión atmosférica, reducción de las dimensiones generales del aparato, obtención de una curva de calibración más precisa, reducción de la constante de tiempo. En especial, creemos que el circuito analógico merecería un estudio más profundo. Por medio de él sería posible realizar un diseño completo del instrumento, considerando todos los factores ya mencionados.

Agradecimiento

Los autores dejan constancia de su agradecimiento al técnico vidriero de la UNS, Sr. H. May, y al jefe del taller del Instituto de Ingeniería de la UNS, Sr. O. Corvatta, que colaboraron en la construcción del aparato.

BIBLIOGRAFIA

1. Santos, J., Arango, H. y Pascual M., 1963 : « Lógica y Electrónica de las Memorias de CEUNS ». *Revista Tel. Electrónica*, nº 611, Sept., 522-524.

2. Ingeniería e Industria, 1962 : « Metrología », *Indupress Editores*. Abril, 123-128.

3. Millipneu, Pneumatische Mess und Steuergeräte, Feinprüf, Feinmess und Prüfgeräte G. M. B. H., Göttingen, Alemania Occidental.

4. Solex Gauges, Solex Comparator Contact Units, Technical Sheet Nº 9, Solex Limited, 72 Chiswick High Road London W. 4, Inglaterra.

5. Ahrendt y Taplin, 1951 : « Automatic Feedback Control ». *Mc Graw-Hill*, 268-276.

6. Truxal, J. C., 1958 : « Control Engineers Handbook ». *Mc Graw-Hill*. 16-7 a 16-11.

SERIE I, CIENCIAS, Nº 5

NOCTUIDARUM MISCELANEA IV

Por P. KÖHLER

RESUMEN

La denominación genérica de *Feltia malefida* Gn. es cambiada en *Scotia* Hb. y se describen nuevas especies de este complejo : *Scotia* (F.) *fulvaurea* con la fa. *extrema ; canietensis* y *ancastiensis.*

A la vez se presenta una llave articial de estas especies con la inclusión de las parecidas y similares *S. koehleri* Berio, *canities* Hmps. y *fausta* Khlr. Agréganse descripciones de otras especies nuevas de *Noctuidae : Eŭcoptocnemis jaujaensis, Pseudoleucania schistacea, arenophila* y *badia* como también una nueva *Lasıestra radiata.*

SUMMARY

Correction of the generic denomination of *Feltia malefida* Gn. with *Scotia* Hb. Description of new species from this complex : *Scotia* (F.) *fulvaurea* with fa. *extrema* ; *canietensis* and *ancastiensis.*

Presentation of an artificial key of these species with inclusión of the very similar *S. koehleri* Berio, *canities* Hmps. and *fausta* Khlr. Giving descriptions of new species of *Noctuidae : Eucoptocnemis jaujaensis, Pseudoleucania schistacea, arenophila* and *badia* together with the new *Lasiestra radiata.*

En nuestra publicación "Index de las *Noctuinae* argentinas" que actualmente se halla en presa, habíamos tratado de reunir todos los ejemplares de especies todavía no reconocidas o aparentemente no descriptas de ésta subfamilia, pero durante nuestros últimos trabajos a campo nuevamente hemos encontrado novedades en especies que deben ser mencionadas y en caso necesario, descriptas, para facilitar futuras determinaciones.

El número de tales especies aumenta continumaente a causa de que cada vez se revisan nuevas regiones, poco conocidas y casi nada estudiadas, o que recién son accesibles y dedicadas a la agricultura o ganadería.

De tal manera aparecen especies nuevas o cantidades grandes de especies que antes fueron consideradas raras; éstas, muchas veces mal interpretadas o confundidas entre otras muy similares, pero comunes, que a veces han llegado hasta a ser plaga de los cultivos. Se debe también tener en cuenta que justamente los insectos más comunes y abundantes o plagas, son los que menos incitan al entomólogo o al aficionado a su recolección y observación.

Tenemos así al complejo de la oruga del choclo, confundida en sus especies por todo el mundo, hasta que Hardwick en un trabajo que le costó muchos años, pudo esclarecer la situación, encontrando gran cantidad de especies distintas, nunca reconocidas ni descriptas, dentro de ese conjunto cosmopolita *Heliothis-Helicoverpa*.

Recordaremos al respecto el complejo *Peridroma*, que incluye varias especies muy similares y se le cargan más de treinta denominaciones entre específicas, variaciones, aberraciones, razas, etc., también en parte cosmopolitas. Algo parecido ocurre con el complejo que comprende a los géneros *Cirphis*, *Leucania*, *Pseudaletia*, etc., todavía no estudiado entre nosotros.

Con este motivo llamamos la atención sobre otro conjunto, el del género *Feltia* en general, con la especie *malefida* Gn. en especial. El género *Feltia* Wlkr. que hemos incluido por consejo del amigo Ch. Boursin, el famoso especialista de las *Noctuinae* paleárticas, en *Scotia* Hb. debería diferenciarse por la presencia de un pequeño cornutus en la vesica, bien diferente de la placa rugosa que individualiza al género de Hubner. Deberíase poder observar este adminículo o en su defecto en su lugar, el agujerito donde antes se habría hallado, en caso de su pérdida durante el acto de la copulación. Nunca y en ningún ejemplar hemos podido encontrar este cornutus, ni tampoco se nos ha presentado en ninguna especie la placa rugosa, cuando podría tratarse de *Feltia* según literatura o ejemplares estudiados y previamente determinadas en museos y colecciones particulares.

Siempre que hallamos diferencias genéricas en casos de esta índole, cuando falta la placa quitinizada y rugosa de la vesica, presentándose todas las damás características de *Scotia* Hb., hemos podido comprobar que la falta de una característica, la de la corona, indicaba un género muy cercano, el *Eucoptocnemis* Grt.

Así disponemos actualmente, fuera del género *Scotia* únicamente a *Eucoptocnemis* Grt. y seguimos la idea de Forbes al incluir *Feltia* en el género primeramente nombrado, pues las diferencias

de comportamiento, corte alar, procesos frontales, contextura de las antenas, forma redonda o cuadrangular del tórax y sus crestas, por si solo no permiten fijar géneros, sino a lo más, grupos o quizás subgéneros, cuestión que dejaremos para los estudiosos del futuro, cuando la entomofauna del país sea mejor conocida y todos los estadios de cada una de las especies hayan sido observados durante una generación completa.

Respecto a la especies del "grupo" *Feltia* Wlkr., es decir del género *Scotia*, que tienen la vesica sin cornutus pero con una fuerte corona en su valva, hemos podido cazar últimamente un gran número de ejemplares, en sitios hasta ahora poco vigilados a pesar de su intensa horticultura comercial, por haberse procedido en temporadas que se diec: "cuando nada vuela y cuando no hay isocas". La semejanza de las especies y su variabilidad individual, explica las confusiones ocurridas en algunos casos, cuando ya se conocieron ejemplares de las mencionadas especies, que trataremos de aclarar en las siguientes líneas.

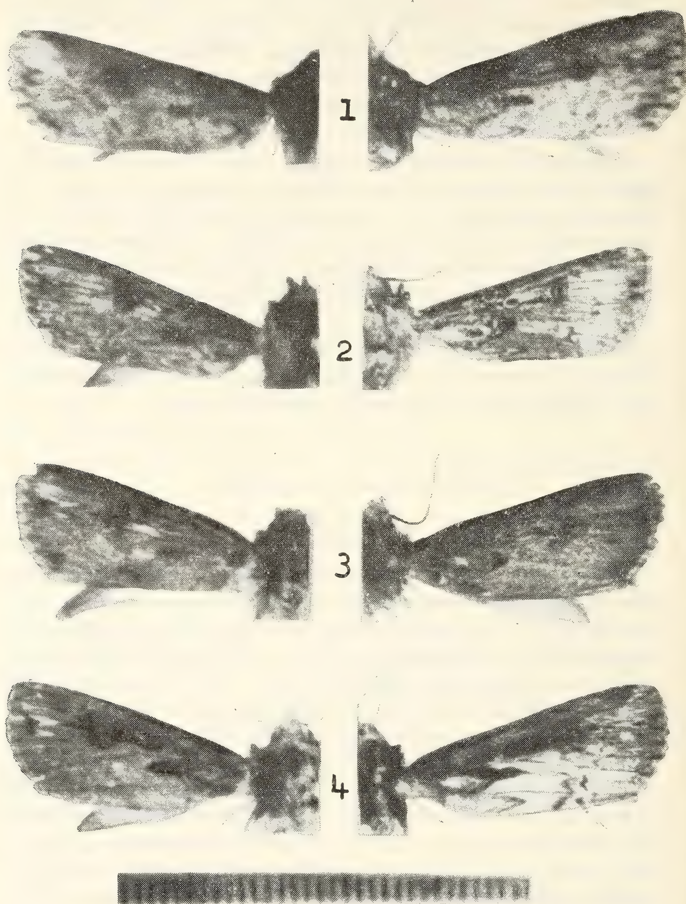
ESPECIES NUEVAS

Scotia (Feltia) fulvaurea sp. nov.

Especie similar y vecina de *Scotia (Feltia) malefida* Gn. con la cual es fácilmente confundible, pero sus habitat son distinta, por tratarse ésta de una especie serrana, de zonas cálidas. Se diferencia a primera vista por su brillo metálico en ejemplares frescos y por el tono pardo ocráceo general en ejemplares viejos de colección.

♂.— Frente ocrácea con interior y tercer segmento de los palpos, ocres y su faz externa negra; tégulas y patagias negruzcas, mezclado con algo de ocráceo; fajas transversales de las tégulas negras; costa dorsal gris oscuro, con las puntas negras; pelos largos grises, en la base del abdomen; éste, de gris oscuro, salpicado de pardo oscuro y línea negra lateral; pincel anal ocre, con mancha parda en su base; faz ventral, gris claro amarillento, salpicado de pardo negruzco; pelos pectorales, de gris oscuro; patas de gris amarillento, arriba de negruzco, anilladas de ocre claro.

Ala anterior. Pardo ocráceo claro, costa, célula y base del ala, pardas; antemediana doble, negra únicamente entre la cubital; postmediana, doble y zizagueada, con las puntas externas marcadas de color más claro; manchas sagitiformes, premarginales sobre las medianas; puntos marginales negros; rayas claras sobre las



Las diferencias principales de cuatro especies de Scotia (F.) : 1, *malefida* Gn. ; 2, *canietensis* n. sp. ; 3, *fulvaurea* n. sp. ; 4, *koehleri* Berio (hembras a la izquierda, machos a la derecha).

R. y M. entre célula y márgen; claviforme muy corta, negruzca, con borde más claro, incierto; reniforme grande, negra, con contorno claro; franjas del color de fondo, manchadas de oscuro, con línea basal clara.

Ala posterior. Finalmnete ahumada, con nervaduras y ancho borde pardo oscuro, franjas claras con línea media más oscura. Faz inferior sin características especiales.



Fig. 1. — Terminalia de *Scotia fulvaurea* n. sp. (Prep. Nº 1206)

♀.— Con las mismas características, pero más oscura, con una sombra media bajo Dc. en los ejemplares claros. Hay ejemplares muy oscurecidos, que por ello parecen uniformemente pardos.

Expansión alar: 42 a 54 mm.

Holotipo, Alotipo y 120 Paratipos: en la colección del autor, paratipos en el Instituto Lillo.

Procedencias: Siambón, Tucumán, 2.000 m, 11-V-1965, Köhler; Río Nio, Tucumán, 1.600 m, 13-V-1965, Köhler; Rosario de la Frontera, Salta, 27-II-1956, Pierrotti; San Pedro de Cololao, Tucumán, 22-IV-1961, Köhler; La Paz, Bolivia, 3.600/4.000 m, 25-V-1954, Forster; La Banda, Santiago del Estero, 20-IV-1960, Köhler; Alto Palmar, Río Chapare, Bolivia, 2.000 m, Andrae; Río Chuscha, Tucumán, 1.000 m, 12-V-1965, Köhler; Cochabamba, Bolivia, 2.000 m, Andrae; Puno, Perú, 3.000 m, II-1945, Weyrauch.

Terminalia: Preparados n°s 1.118, 1.191, 1.121, 1.201, 1.206, a, b, c, típicos del grupo *Feltia* Wlkr. En la figura 1 del preparado 1.206 un aparente muy liviano y superficial endurecimiento que no llega a formar placa, resulta ser una dobladura de la membrana vesical.

Nota: El gran brillo casi metálico al que debe la especie su denominación, es producido por el distanciamiento entre si de las escamas, que dejan traslucir el fondo brilloso de las alas; carácter típico de la especie desde ejemplares nuevos hasta los envejecidos.

Scotia fulvaurea fa. **extrema** n. fa.

♀♀. — De un oscurecimiento extremo que puede llegar a negro aterciopelado, color que asimila y anula todos los dibujos en relación al grado de nigrismo alcanzado.

Holotipos y Paratipos: En la colección del autor.

Procedencia: Vuela con la especie típica. Siambon, 2.000, Tucumán, 11-V-1965; Río Chusca, 1.000 m, Tucumán, 12-V-1965; Río Nio, 1.000 m, Tucumán, 12-V-1965, leg. Köhler.

Scotia (Feltia) canietensis sp. nov.

(Nombre específico derivado de Cañete localidad de Tucumán)

Esta nueva especie es sumamente parecida a *Scotia malefida* Hb., de la cual se diferencia por el frente claro, no amarillo, las tégulas de gris negruzco, las patagias de gris melanótico y la cresta dorsal de gris claro. El color general básico es de gris cinereo, brilloso.

♂. — Se diferencia por la falta de los dibujos internervales que tanto se destacan en *Scotia malefida* Hb., en ambos sexos. El margen con una línea fina, negra, sin máculas triangulares que lleva *malefida* sobre Cu cerca del tornus.

♀. — Tiene el ala anterior casi todo de gris oscuro; los dibujos se destacan apenas, con excepción de las máculas; están bien visibles en ejemplares nuevos cuando tienen sus contornos negros bien definidos. Se observa un brillo suave, general, del ala que no existe en la especie de comparación. Las alas posteriores en el macho no tienen marcas y en la hembra ofrecen un suave ahumado y una fina línea oscura marginal.

Envergadura: 40-45 mm.

Holo, Alo y Paratipos: En la colección del autor.

Procedencia: Cañete, 800 m Tucumán, 22-IV-1964, Köhler; Río Nio, 1.000 m, Tucumán, 12-V-1965, Köhler; Taficillo, 1.000 m, Tucumán, 27-IX-1965, Köhler; Las Cejas, 800 m, 20-V-1965, Köhler; Río Chuscha, 1.000 m, Tucumán, Köhler; Río Seco, 900 m, Córdoba, 20-XI-1962, Köhler; Rosario de la Frontera, 1.200 m, Salta, 27-II-1956, Perrotti.

Scotia (Feltia) ancastiensis sp. nov.

Es una especie nueva del complejo *Feltia*, sensu Hampson, muy similar a *Scotia (F.) malefida* Hb., a la cual aplicamos una denominación provisoria mientras no se consigan ejemplares femeninos.

A primera vista, la diferencia consiste en su coloración muy uniforme de gris opaco, gredoso; la puntuación general parda más uniforme y especialmente por la forma del ala anterior que es más corta y más ancha, resultando el margen externo más recto que en la especie conocida.

Envergadura: 42 y 45 mm.

Holotipos y Paratipos: En la colección del autor.

Procedencia: Sauce Guacho, Villa del Alto, Sierra de Ancasti, 1.000 m, Catamarca, 20/21-III-1965, Köhler.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL « COMPLEJO *FELTIA* », (GENERO *SCOTIA* HB.)

Las condiciones ecológicas permiten una primera separación de especies:

Zona ribereña del litoral bonaerense, muy local......	*Scotia fausta* Khlr.
Zona general argentina, uruguaya, paraguaya, y brasilera, dispersa, no común....................	*Scotia canities* Hmps.
Todas las zonas, especialmente cerca y en cultivos generales..................................	*Scotia malefida* Gn.
Zonas serranas del Norte, desde los 1.000 metros en general hasta Perú............................	*Scotia fulvaurea* n. sp.

Zona local en Sierra de Ancasti, Cat. .... *Scotia ancastiensis* n. sp.
Zona limitada en sierras de Medina y de Burruyacú e inmediaciones................................ *Scotia canietensis* n. sp.

CLAVE ARTIFICIAL DEL « COMPLEJO *FELTIA* » (*SCOTIA*)

A. Envergadura mayor de 40 mm.
- B. Mácula negra en el tornus. Reniforme y orbicular bien destacadas.
  - C. Color de fondo, pardo claro .... *Scotia malefida* Gn.
  - CC. Color de fondo, gris claro......... *Scotia ancastiensis* n. sp.
  - CCC. id. id., marrón dorado parejo...... *Scotia fulvaurea* n. sp.
  - CCCC. id. id. casi negro, con rayas radiales sobre M .... *Scotia malefida* Gn.
  - CCCCC. id. id. casi negro, muy brillante, sin rayas radiales sobre M .... *Scotia fulvaurea* fa. *extrema* n. fa.
- BB. Sin mácula sobre el tornus.
  - D. Frente con con cono truncado, color de fondo gris claro, muy brilloso..... *Scotia canietensis* n. sp.
  - DD. Frente lisa, color de fondo, marrón muy claro, célula y claviforme, pardo oscuro.......................... *Scotia koehleri* Berio

AA. Envergadura menor de 40 mm., marcas costales muy claras.
- E. Claviforme muy corta, pero distinta........ *Scotia canities* Hmps.
- EE. Claviforme muy alargada, dividida por la antemediana muy clara, líneas radiales sobre nervaduras muy desarrolladas ..... *Scotia fausta* Khlr.

Scotia aspersula sp. nov.

A causa de su proceso frontal truncado, con un proceso en el medio y la espinulación de las tibias anteriores pertenecería al género *Porosagrotis* de Hampson, que ahora ha sido incluido en *Scotia* Hb.

Palpos y tercer artejo, erectos, el último muy reducido; tégulas, patagias y protórax, cubiertos con escamas, algunas espatuladas; la cresta dorsal con algunos pelos ralos entremezclados. Faz inferior bien pilosa.

♂. — Cabeza, tórax, tégulas, patagias, palpos y patas de color gris fumoso salpicado de pardo oscuro; frente más oscura; palpos por fuera negruzcos, en la punta y su interior casi ocres; tarsos anillados de grisáceo claro; tégulas con línea negruzca media y otra del mismo color basal; patagias con rastros de una línea negruzca antemarginal.

Alas anteriores: De color gris indefinidamente testáceo con una suave tonalidad rosada en ejemplares muy nuevos, muy brillosos; costa con tres marcas claras bordeadas en ambos lados de negruzco, en situación basal, antemediana y postmediana; a lo largo de la costa, desde la raíz una faja del color básico muy claro, algo rosada que incluye la base de la célula; la faja basal doble, negruzca, dentro de testáceo claro, la antemediana de similares características corre angulada sobre Cu hacia el medio del borde posterior; la postmediana desde el límite de la costa clara, doblada hacia fuera; debajo de las M corre en línea casi recta al margen posterior, es doble con el centro claro como las demás fajas; la mancha negruzca triangular premarginal; marcas negruzcas desde el margen externo hacia la Dc; la mancha claviforme casi imperceptible; la orbicular y la reniforme bien destacadas, pero mal delimitadas fuera del fondo negruzco de la célula; toda la superficie alar con salpicaduras densas de escamas gruesas y aisladas, de color oscuro; éstas se pierden rápidamente en ejemplares volados, especialmente las dispuestas sobre las nervaduras; marcas negras marginales; franjas del color del fondo con una línea media, oscura.

Alas posteriores: Traslúcidas, brillosas y suavemente ahumadas; los bordes algo oscurecidos, con las franjas más claras.

La faz inferior sin características mencionables.

♀. — Más oscura, con muy intensa puntuación general oscura.

Envergadura: 29 a 35 mm.

Holotipos, Alotipos y Paratipos: En la colección del autor.

Procedencia: Río Chuscha, 1.000 m, Tucumán, 28-IX-1965, Köhler; Taficillo, 1.000 m, Tucumán, 29-IX-1965, Köhler.

Eucoptocnemis jaujaensis sp. nov.

El color básico es testáceo claro, amarillento, y entre las nervaduras el fondo es pardo oscuro aterciopelado, llevando fajas o líneas gruesas a lo largo del ala, que así se presenta como anchamente rayada, con color oscuro. Esto y lo ligeramente ahumado del ala posterior, caracteriza muy bien esta nueva especie que denominamos con el nombre de la localidad de su captura.

♂. — Tiene una cobertura pilosa total, de color general básico, con rayas negruzcas en ambos lados de las patagias; sobre el abdómen unos pelos cortos, pardos, entremezclados y con el pincel anal de color algo más claro que el fondo general.

Alas anteriores: Coloración como se ha descripto anteriormente; la orbicular muy difusa y difícil de ubicar, algo más clara; reniforme del color básico, con una línea clara, corta, sobre la Dc; franjas blancuzcas con su origen de color gris, con las puntas más claras.

Alas posteriores: Ahumadas, con las nervaduras muy poco más oscuras; franjas como en las alas anteriores.

Faz inferior: Suavemente ahumada, con las nervaduras algo más oscuras.

Envergadura: 27 mm.

Holotipos: En la colección del autor; *Paratipos:* nº 3968 en la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Marcos, Lima, Perú.

Procedencia: Jauja, Acolla Fuera, 3.460 m, Perú, VIII-1954, doctor Blancas, leg.

Terminalia: Preparación nº 1.203 en la colección del autor.

Mientras que los terminalia de *Eucoptocnemis blancasi* (en prensa) se distinguen por su uncus excavado a todo su largo a modo de una canaleta y por su valva ancha pronunciada en la punta de la costa, la nueva especie *Eucoptocnemis jaujaensis* se caracteriza por su valva que se estrecha hacia su punta; el harpe es largo y ancho, midiendo casi un tercio del largo de la valva; el uncus muy diferente, está prolongado en un lóbulo sobrepuesto, estrecho en su base y dilatado en su extremo.

Pseudoleucania schistacea sp. nov.

De color general pizarra, con marcas de pizarra negruzca sobre la costa, en las fajas incompletas y como sombra oscura de fondo hacia el Dc.

♂. — Frente, tégulas, patagias, cresta toracal y pecho de color pizarra; las escamas con sus puntas más claras; una ancha faja ne-

gra aterciopelada en la base de las tégulas; los palpos casi negros, achatados en su punta y el pequeño tercer artejo del color gris pizarra general; los pelos de las patas más oscuros que el color general y más oscurecidos en los tarsos, que ostentan anillos claros.

Alas anteriores: Del color pizarra general, salpicadas irregularmente de negruzco; las líneas transversales se inician sobre la costa en triángulos negros que se estrechan hasta simples líneas hacia el margen posterior; la basal Cu dobla después hacia afuera; la mediana es una mancha marginal con sus bordes esfumándose hacia y alrededor de la Dc; desde ésta, en línea recta al borde posterior; la submarginal con un triángulo sobre la costa, sin presentar ninguna continuación; claviforme sin mácula distinguible; la orbicular muy pequeña, puntiforme e indecisa; la reniforme como una media luna sobre fondo negruzco difuso y en algún caso se presenta más ancha y rellena de color ocre muy pardusco.

Alas posteriores: Blancas, con un suavísimo rosado, brillantes, traslúcidas y con el borde anterior negruzco; manchitas marginales pardas; franjas del color de fondo.

Faz inferior: Con línea de pequeñas máculas oscuras, postmedianas en ambas alas, un punto negruzco sobre la Dc del ala posterior y manchas marginales negruzcas más fuertes.

Nota: Todas las marcas y dibujos oscuros, negruzcos, etc., son de muy variable intensidad en los distintos ejemplares, por pérdida de las escamas poco fijadas en los insectos volados.

Envergadura: 27 - 34 mm.

Holotipos, Alotipos y Paratipos: En la colección del autor.

Procedencia: Río Chuscha, 1.000 m, Tucumán, 20-V-1965, Köhler; Siambón, 2.000 m, Tucumán, 24-III-1964, Köhler.

Terminalia: Preparación nº 1.217 en la colección del autor.

Nota: Sus terminalia son muy distintos del tipo corriente en *Pseudoleucania* Stgr. y permitirían la colocación de la especie nueva entre este género y *Peridroma* Hb., pero como no hemos hallado en los pocos ejemplares estudiados, ninguna diferencia morfológica especial externa, la mantenemos en este lugar sistemático.

Pseudoleucania arenophila sp. nov.

♂-♀. — De color entre habano claro y espadiceo.

Alas anteriores: Del color general, salpicadas finamente de pardo, con las nervaduras un poco más oscuras; la costa, gris blancuzco, la célula alrededor de la D C y el pliegue anal, algo amarillentos.

Alas posteriores: De un ahumado algo más oscuro, con las franjas blancas.

Envergadura: 26 mm.

Holotipos, alotipos en la colección del autor. Paratipos, en la colección Petrowsky.

Procedencia: Villa Gessell, Juancho, Buenos Aires, 1-XII-1963, Petrowsky.

Terminalia: Preparado n° 1219, en la colección del autor.

Construcción típica para el género con la característica específica del harpe. Su extremidad achatada y torcida hacia abajo y atrás, forma en su punta un hueco. La vesica con dos espinas y un cornutus de punta fina; el borde extremo del sobrefalo con un endurecimiento superficial que no llega a formar placa y que termina en una puntita.

Pseudoleucania badia sp. nov.

De color general badio; en el ala anterior muy claro y más oscuro en la frente, tórax, patagias y tégulas y en las patas y pecho con un tono más intensamenae rosado, antenas amarillentas muy oscurecidas hacia la punta. Los pelos del abdomen en la base de éste, algo más grisáceos; el pincel anal de badio oscuro como el tórax; palpos, por fuera de negro aterciopelado, su punta y último artejo rosados; articulación de las patas oscurecidas, los tarsos intensamente negros, anillados de claro.

♂. *Alas anteriores:* De color badio claro, la faja precostal a lo largo de la célula casi blancuzca, con ligero tono rosado: puntos negros irregularmente distribuidos sobre todo el ala; máculas pardo negruzcas en posición antemediana y sobre la Dc; algunos restos de una zigagueada post-mediana; una sombra marginal incluye las marcas negras marginales del borde externo; rastros inseguros



Fig. 2. — Terminalia de *Pseudoleucania arenophila* n. sp. : 3, *Scotia aspersula* n. sp. detalle de la valva ; 4, *Pseudoleucania badia* n. sp. : 5, *Eucoptocnemis jaujaensis* n. sp. ; 6, *Lasiestra radiata* n. sp. ; 7, *Eucoptocnemis blancasi* n. sp. en prensa.

de una orbicular redonda y de una reniforme oblonga; la línea marginal externa, clara; las franjas concolores y muy brillosas con una línea basal más oscura y otra media.

Alas posteriores: Casi blancas, sedosas, traslúcidas con el tornus algo oscurecido y las franjas brillantes más rosadas.

Faz inferior: Sin características mencionables fuera de un punto negro sobre la Dc en las alas posteriores.

♀. — De color más profundo y mejor expresadas que en otro sexo; las fajas antemediana, postmediana y antemarginal marcadas por puntos y manchitas negruzcas sin coherencia; reniforme mejor marcada por bordes incompletos y un relleno central oscuro; marcas marginales delimitadas por semicírculos muy claros.

La faz inferior en las alas anteriores, con el disco muy oscurecido y en las alas posteriores con puntos de negro intenso sobre la Dc, en una línea posmediana y sobre el margen externo.

Envergadura: 25 - 30 mm.

Holotipos, alotipos y paratipos: En la colección del autor.

Procedencia: Siambón, 2.000 m, Tucumán, 24-III-1965, Köhler.

Terminalia: Preparación nº 1.217 en la colección del autor.

Nota. Esta nueva especie no podrá pertenecer al género citado por muchas diferencias; la valva presenta un lóbulo grande, casi tetragonal arriba y delante de la corona que se halla separada del lóbulo citado; un editum se halla debajo del saccus que arranca desde el borde superior a la altura del segmento sin llegar muy adentro de la superficie valvar termina en un ampolla obtusa, corta, debajo de la cual se prolonga el harpe delgado, fino y sobresaliendo mucho sobre el borde superior. El aedeagus está armado de dos paquetes de espinas finas, lo que contrasta con las pocas púas fuertes del género normal. El lóbulo inferior basal de la valva es sumamente ensanchado y prominente y por estas *características* se colocaría en una posición sistemática que casi se acercaría al género *Peridroma* Hb.

Lasiestra radiata sp. nov.

♂-♀. — De color blanco ceroso o cremoso total con las nervaduras del ala anterior un poco más oscuras.

Envergadura: 25 mm.

Holotipos, alotipos y paratipos: En la colección del autor y paratipos en la colección Petrowsky.

Procedencia: Villa Gessell, Buenos Aires, 18-II-1958; 12-II-1950; Petrowsky.

Terminalia: Preparación n° 954 en la colección del autor.

Nota: Los detalles de su formación y especialmente la espinulación del aedeagus no coinciden con el tipo del género en revisión.

BIBLIOGRAFIA

Gerhard Mercator, 1512-1594 - Zum 450, Geburtstag, 297 páginas con 56 figuras. Duisburger Forschungen, tomo 6; editado por el Archivo Urbano de la ciudad en conjunto con la sociedad Mercator; casa editora Werner Renckhoff, Duisburger Ruhrort, 1962.

Gerhard Mercator, con su nombre alemán "Krämer" ha jugado un rol decisivo en el desenvolvimiento de la cartografía, la ciencia y técnica de "representar la Tierra redonda sobre el papel plano".

Además de las muchas cartas y globos terráqueos que ha confeccionado se ha hecho célebre por el invento de la proyección cartográfica que lleva su nombre y que es el fundamento de cada navegación por largo trecho hasta nuestros días. En ella la línea de unión entre dos puntos de la carta tiene la característica decisiva de mantener el mismo ángulo con el meridiano, el mismo "rumbo", durante todo su recorrido. Es la así llamada "loxodrómica" que, en la naturaleza no es la distancia más corta entre los dos puntos, pero que en la vida práctica ofrece esta otra ventaja recién citada que compensa en mucho el pequeño aumento en la vía a recorrer, respecto del método de seguir a la línea geodésica.

En el libro han colaborado 9 autores con sus respectivos capítulos:

- Mercator en Louvain (en francés);
- Gerhard Mercator en la cartografía del siglo XVI (en holandés);
- Sobre la Proyección Mercator (en alemán);
- La actuación de Mercator como agrimensor en Duisburg (en alemán);
- La reproducción de naves en la cartografía en tiempos de Mercator (en holandés);
- Mercator y la geografía inglesa en el siglo XVI (en inglés);
- Las relaciones comerciales de Mercator con la casa editora Plantienne en Anvers (en francés);
- La vida de Mercator según la descripción de Walter Ghim (en latín traducido al alemán).

Es una ventaja del libro el que a cada artículo se haya agregado un resumen en los idiomas holandés, alemán, francés e inglés, en cuanto no fuera ya redactado en uno de ellos.

Representa así un comentario para el técnico que tiene que ver con la cartografía, tanto más que la proyección de Mercator, ligeramente modificada, se emplea ahora en todos los levantamientos fundamentales de los países y, también, por la riquísima bibliografía que contienen los artículos.

Da la casualidad que al mismo tiempo que llega a nuestras manos el libro sobre Mercator, aparece en "Kartographische Nachrichten" (Bertelman Gütersloh) un extenso artículo sobre Joost de Hondt, nombrado, también, Jodocus Hondius, que es el sucesor de Mercator, quien logró tener en su poder el legado de Mercator. (Cuaderno 1 de 1964, páginas 14-20). — *Dr. G. Schulz.*

INCHAUSPE, PEDRO O. « *Nociones de Conservación de Suelos y Agricultura General* », Editor Ernesto Espíndola, Buenos Aires, 1965, 477 páginas con 360 figuras (croquis, mapas y fotografías).

El autor manifiesta que su libro es, prácticamente, una recopilación de numerosos trabajos e investigaciones, siendo su finalidad reunir en un solo volumen los conocimientos teóricos y prácticos más necesarios para abordar el estudio de los principales problemas que se presentan en agricultura y ganadería. La mayoría de los planteos de carácter práctico están referidos a la parte oeste de la región pampeana y, algunos, para otras zonas de dicha región y del litoral, incluyéndose datos para diversas secciones del país.

Consideramos esta obra como sumamente útil, tanto para fines didácticos como de aplicación prácetica a la explotación racional y económica de la tierra. Sin tratarse de un manual, constituye una guía valiosa para el hacendado y el agricultor.

Los títulos de los capítulos que componen la obra (y que dan idea acabada de su orientación) son: Fertilidad y fisiología del suelo viviente; Definición de fisiología vegetal y su ubicación con respecto a las demás ciencias; Resumen de fisiología vegetal; Las plantas y el medio ambiente; Taxonomía; Construcción y origen del suelo, conservación de suelos; Composición del suelo; Parte mineral; El pH de la solución del suelo; Parte orgánica del suelo; Estructura y demás propiedades físicas del suelo; El agua del suelo; El aire del suelo; Análisis y clasificación de suelos; Labranza de la tierra; Construcción de caminos; Rotaciones, distribución de cultivos y cadenas de pastoreos; Cereales y lino; Plantas forrajeras; Herencia biológica y fitotecnia práctica; Maquinaria agrícola; Tracción a sangre y caballo de silla; Nociones de climatologíatología; El riego y sus problemas; Plagas; Normas para la alimentación del ganado, prevención de sequías y reservas; Calidad de los productos agrícola-ganaderos; Manejo de pasturas y rodeos; Gestión y dirección de establecimientos agrícola-ganaderos; Forestación y manejo de plantaciones; Horticultura; Construcciones rurales; Aguadas; Alambrados y corrales; Tablas y datos varios; Mensuras de campos. — *Emilio L. Díaz.*

Correo Argentino Central «B»
Franqueo pagado
Concesión N° 1186
Tarifa reducida
Concesión N° 6247

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

DIRECTOR: Cap. de Navío (R. E.) EMILIO L. DIAZ

TOMO CLXXXII

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1966

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

DIRECTOR: Cap. de Navío (R. E.) EMILIO L. DIAZ

JULIO-AGOSTO 1966 — ENTREGAS I-II — TOMO CLXXXII

SUMARIO

Pág.

SERIE I. CIENCIAS **Nº 6**

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1966

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Art. 10 del Reglamento de los « ANALES » (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de Septiembre de 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los « Anales », serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director.

Impreso en Imprenta Coni - Perú 684 - Buenos Aires - República Argentina

QUELATOVOLUMETRIAS POTENCIOMETRICAS

UTILIZACION DEL ELECTRODO DE VIDRIO COMO ELECTRODO DE REFERENCIA

POR M. A. COPELLO Y E. A. DE DORFMAN

RESUMEN

En las determinaciones quelatométricas realizadas a pH constante (solución protoestática) resulta útil el empleo del electrodo de vidrio como electrodo de referencia, en lugar de los convencionales de plata-cloruro de plata y de calomel.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que no se obtienen diferencias significativas. Además se evita la interferencia del ión cloruro frente a los iones mercurio (II) del electrodo indicador.

SUMMARY

In the chelatometric determinations in buffering solutions (protostatic solutions) is profitable the use of the glass electrode as reference electrode instead of the silver-silver chloride and calomel conventionals electrodes.

There are not significative differences between the obtained values.

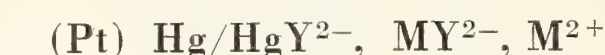
Furthermore the interferences of chloride ions over mecuric (II) ions are avoided.

Las primeras quelatovolumetrías potenciométricas fueron efectuadas por Pribil, Koudela y Matyska (1), usando un electrodo de platino como indicador de las variaciones de potencial rédox, que ocurren en la valoración de soluciones de ión hierro (III) con soluciones de EDTA (sal disódica del ácido etilene-dinitrilo-tetraacético). Indirectamente se determinaron otros cationes: aluminio (III), cobre (II), cadmio (II), cinc (II), níquel (II), plomo (II), bismuto (III), etc., por agregado de un exceso de solución de EDTA y valoración por retorno con solución de cloruro de hierro (III). El método es simplemente una aplicación de las volumetrías potenciométricas de óxido-reducción.

Luego Reilley y Schmid (2, 3, 4) desarrollaron otros métodos que usan como electrodo indicador el de mercurio en equilibrio con el

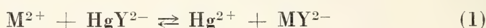
quelato del ión mercurio (II) con EDTA (edetato de mercurio (II)). Este es un procedimiento sencillo que requiere un titrímetro, un electrodo de referencia y un electrodo indicador, que puede ser construído por el mismo operador.

Un electrodo de mercurio en contacto con una solución conteniendo el catión a valorar (M^{2+}), una pequeña cantidad de edetato de mercurio (II) (HgY^{2-}) y una parte del catión formando el quelato (MY^{2-}), corresponderá al esquema siguiente:



$$(Pt)\ Hg/HgY^{2-},\ MY^{2-},\ M^{2+}$$

En la solución que se está titulando se establecerá un equilibrio entre los quelatos presentes:



$$M^{2+} + HgY^{2-} \rightleftharpoons Hg^{2+} + MY^{2-} \qquad (1)$$

De acuerdo a la ecuación de Nernst el electrodo de mercurio en presencia de mercurio (II) adquirirá el potencial siguiente:

$$E_{Hg} = E^{o}_{Hg} + 0{,}0002\ T \log\ [Hg^{2+}]$$

Considerando la reacción de equilibrio (1) podemos establecer el potencial del electrodo de mercurio cuando en la solución existan, además del ión mercurio (II), el catión M^{2+} y los quelatos respectivos con EDTA.

$$E_{Hg} = E^{o}_{Hg} + 0{,}0002\ T \log \frac{[M^{2+}]\ [HgY^{2-}]\ K_{MY}}{K_{HgY}\ [MY^{2-}]\ ^{*}} \qquad (2)$$

El potencial del electrodo de mercurio quedará relacionado según (2) con el logaritmo de la concentración molar del catión a determinar. En las proximidades del punto de equivalencia serán constantes todos los términos del segundo miembro de la ecuación (2) salvo log [M^{2+}], constituyendo, por lo tanto, la base de la utilización del electrodo de mercurio como indicador en las volumetrías potenciométricas, que utilizan solución de EDTA como valorante.

El electrodo de mercurio presenta una serie de ventajas: es reversible, posee un sobrevoltaje elevado de hidrógeno, permitiendo, por lo tanto, su utilización en medio ácido hasta pH 1,5 (**).

* K_{MY} y K_{HgY} representan las constantes de estabilidad de los quelatos de EDTA con el catión M^{2+} y con el ión mercurio (II).

** Por debajo de pH 1,5 comienza ya a disociarse el edetato de mercurio (II) y no se obtienen buenas curvas de titulación.

El oxígeno no interfiere a pH menores de 11,0. En soluciones de pH mayores ocurre la siguiente semi-reacción con el electrodo de mercurio:



$$Hg + 2OH^- \rightleftarrows HgO + H_2O + 2e^-$$

Los haluros, sulfuros, cianuros y especies químicas similares que reaccionan con el ión mercurio (II) interfieren. Igualmente pueden interferir por formar complejos las soluciones reguladoras de cloruro de amonio y amoníaco. Pueden valorarse con este método, variando el pH desde 1,5 hasta 10,0, mediante soluciones de capacidad protoestática (soluciones reguladoras de pH), una serie de cationes, tales como: mercurio (II), bismuto (III), manganeso (II), cobre (II), cinc (II), cadmio (II), plomo (II), hierro (III), níquel (II), aluminio (III), magnesio (II), calcio (II), estroncio (II), bario (II), etc.

Con anterioridad figuran los trabajos de Siggia y colaboradores ([5]) sobre la valoración potenciométrica de agentes quelantes, entre ellos EDTA, en soluciones de piridina al 50 % en agua. Estos autores usan como electrodos indicadores los de platino, de mercurio depositado electrolíticamente sobre platino, y de plata, y como valorante soluciones de diversos cationes: hierro (III), cobre (II), cinc (II), plomo (II), manganeso (II), calcio (II), mercurio (II), magnesio (II). Estos electrodos son utilizados en forma empírica y no se ofrece ninguna explicación del mecanismo de la valoración.

Además del electrodo de mercurio se han propuesto otros electrodos indicadores para valoraciones potenciométricas con EDTA; así Sierra y Asensi Mora ([6]) usan como indicador un electrodo de platino sobre el cual se ha depositado electrolíticamente "peróxido de plata". Los autores presentan una hipótesis sobre la teoría de su funcionamiento e indican posibles aplicaciones futuras.

Vandael ([7]) valora potenciométricamente una serie de cationes: plomo (II), hierro (III), cobre (II), cinc (II), magnesio (II), manganeso (II), calcio (II), con una solución de EDTA, usando como electrodo indicador una espiral de platino recubierta por electrólisis con una capa de peróxido de plomo o peróxido de bismuto. No presenta una explicación teórica del funcionamiento del electrodo, pero considera la posible formación de quelatos de plomo (II) con el EDTA, que se hallarían en equilibrio con el electrodo y con los otros quelatos en solución.

Strafelda ([8, 9]) usa un electrodo de plata para valorar el ión plata (I) en una solución protoestática de tetraborato de sodio de pH entre 9 y 10. Como valorante utiliza soluciones de EDTA, controlando además por este método las soluciones de EDTA usando como patrón nitrato de plata. Posteriormente el mismo autor generaliza el uso del electrodo de plata para la valoración de un gran número de cationes. La valoración se efectúa en un medio de tetraborato de sodio y se agrega a la solución edetato de plata. Se analizaron así soluciones de cobre (II), bario (II), estroncio (II), calcio (II), plomo (II), manganeso (II), existiendo concordancia entre los resultados obtenidos y los teóricos.

Los haluros interfieren en la utilización del electrodo de mercurio por el hecho conocido de la formación de sales poco ionizadas de mercurio (II), denominadas autocomplejos.

El objeto de este trabajo es proponer como electrodo de referencia al electrodo de vidrio, basados en nuestra experiencia en las argentivolumetrías potenciométricas ([10]).

Hemos comparado en esta publicación los resultados obtenidos usando como electrodos de referencia los de vidrio y de calomel en las valoraciones potenciométricas de los cationes cobre (II), cinc (II) y calcio (II), usando solución de EDTA como valorante.

PARTE EXPERIMENTAL

Se valoraron soluciones de cobre (II), cinc (II) y calcio (II) con los sistemas de electrodos mercurio/calomel y mercurio/vidrio.

Se midieron 10,00 ml de la solución en un vaso de precipitados de 250 ml, se agregó 10,0 ml de la solución protoestática correspondiente y III a IV gotas de la solución de edetato de mercurio (II), diluyéndose luego con agua destilada hasta un volumen aproximado de 100 ml, se valoró con solución de EDTA 0,01 F. Los puntos de equivalencia fueron calculados analíticamente por el método de la segunda derivada.

Los resultados obtenidos en las experiencias realizadas se observan en las tablas I-III. Los gráficos 1 y 2 corresponden a la representación de la curva de titulación de la solución de cobre (II) con solución de EDTA.

TABLA I

Solución de sulfato de cobre 0,01 F (analizada a pH 5)

Electrodo de vidrio	Electrodo de calomel
0,00989 F	0,00989 F
0,00989 F	0,00989 F
0,00989 F	0,00989 F
0,00989 F	0,00988 F
0,00991 F	0,00987 F
Promedio : 0,00989 F	Promedio : 0,00988 F
Desviación típica : ± 0,00001	Desviación típica : ± 0,00001

TABLA II

Solución de acetato de cinc 0,01 F (analizada a pH 5)

Electrodo de vidrio	Electrodo de calomel
0,01112 F	0,01112 F
0,01113 F	0,01113 F
0,01113 F	0,01113 F
0,01113 F	0,01113 F
0,01114 F	0,01115 F
Promedio : 0,01113 F	Promedio : 0,01113 F
Desviación típica : ± 0,00001	Desviación típica : ± 0,00001

TABLA III

Solución de nitrato de cálcio 0,01 F (analizada a pH 9)

Electrodo de vidrio	Electrodo de calomel
0,00976 F	0,00977 F
0,00978 F	0,00977 F
0,00978 F	0,00977 F
0,00978 F	0,00977 F
0,00979 F	0,00978 F
Promedio : 0,00978 F	Promedio : 0,00977 F
Desviación típica : ± 0,00001	Desviación típica : ± 0,00001

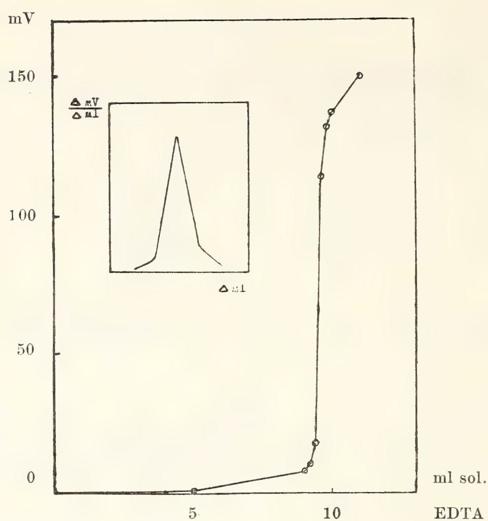


Gráfico 1. — Sistema de electrodos mercurio / vidrio

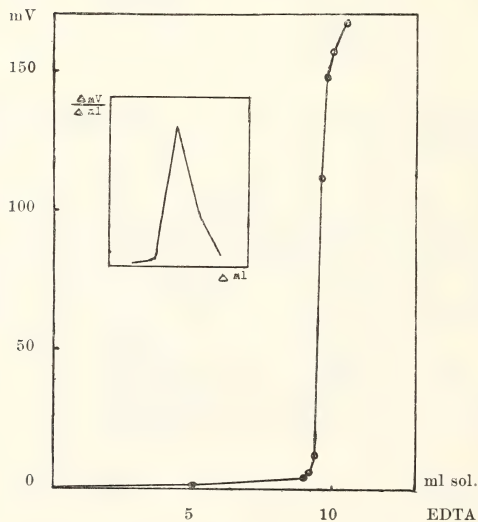


Gráfico 2. — Sistema de electrodos mercurio / calomel

SOLUCIONES EMPLEADAS

Solución de sulfato de cobre (II) 0,01 F.

Solución de acetato de cinc (II) 0,01 F.

Solución de nitrato de calcio (II) 0,01 F.

Solución protoestática de ácido acético y acetato de sodio 0,5 F, corresponde a pH 5.

Solución protoestática de nitrato de trietanolamina 0,5 F, corresponde a pH 9 (esta solución debe renovarse cada 20-30 días).

Solución de edetato mercúrico 0,005 F, se preparó a partir de una solución de nitrato de mercurio (II) 0,01 F la cual se valoró potenciométricamente con solución de EDTA. La solución de edetato mercúrico se llevó a pH 7, controlado potenciométricamente.

Solución de EDTA 0,01025 F.

Los volúmenes de solución valorante fueron corregidos a +20° C.

Las drogas utilizadas eran de calidad para análisis y fueron controladas según las normas Rosin (11).

INSTRUMENTAL UTILIZADO

Titrímetro Metrohm modelo E 366.

Electrodo de vidrio Metrohm modelo EA 109.

Electrodo de calomel saturado Metrohm modelo EA 404, en este electrodo se reemplazó la solución interna de cloruro de potasio saturado por un gel de agar al 4 % en cloruro de potasio saturado, para hacer mínima la difusión de los cloruros en la solución a valorar.

Electrodo de mercurio, consiste en un tubo en forma de J de la medida y el diseño propuesto por Reilley y Schmid (4). Se usó repetidas veces, enjuagándolo con agua destilada después de cada valoración.

El mercurio utilizado fué lavado con ácido nítrico y luego cuidadosamente con agua destilada para eliminar el ácido nítrico.

CONCLUSION

No hay diferencias significativas entre los resultados obtenidos en las titulaciones potenciométricas de cobre (II), cinc (II), y calcio (II) con soluciones de EDTA usando los sistemas de electrodos mercurio/calomel y mercurio/vidrio.

BIBLIOGRAFIA

1. R. Pribil, Z. Koudela y B. Matyska, Collection Czech. Chem. Communs. *16*, 80 (1951).
2. R. W. Schmid y Ch. Reilley, Anal. Chem. *29*, 264 (1957).
3. Ch. N. Reilley y R. W. Schmid, Anal. Chem. *30*, 947 (1958).
4. Ch. N. Reilley y R. W. Schmid, Anal. Chem. *30*, 953 (1958).
5. S. Siggia, D. W. Eichlin y R. C. Rheinhart, Anal. Chem. *27*, 1745 (1955).
6. F. Sierra y G. Asensi Mora, Anales Real Soc. Españ. Fís. y Quím. *56B*, 975 (1960).
7. C. Vandael, Ind. Chem. Belge. *27*, 932 (1962).
8. F. Strafelda, Collection Czech. Chem. Communs. *27*, 343 (1962).
9. F. Strafelda, Collection Czech. Chem. Communs. *28*, 3345 (1963).
10. M. A. Copello y E. A. Dorfman. Anales de la Sociedad Científica Argentina. Tomo CLXXXI, *33* (1966).
11. J. Rosin, Reagent Chemicals and Standards, New York (1955).

Noviembre 1965.

Universidad de Buenos Aires.
Facultad de Farmacia y Bioquímica.
Departamento de Química Inorgánica y Analítica.

SERIE I, CIENCIAS, Nº 6

MECANICA ANALITICA DE LOS ENGRANAJES HELICOIDALES ENTRE EJES ALABEADOS

Por el Ingº EITEL H. LAURIA

(Profesor Asociado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires).

RESUMEN

En el presente trabajo, se expone un estudio analítico riguroso referente a la mecánica del mecanismo constituido por un par de ruedas dentadas helicoidales con ejes alabeados, generadas por una dada cremallera básica, y en la hipótesis de no coincidencia de los planos primitivos de generación. Desde el punto de vista geométrico se deducen las ecuaciones paramétricas de los helicoides conjugados y se determinan todos los elementos del engrane. Cinemáticamente se determinan las características del movimiento relativo entre las ruedas y se calcula la velocidad relativa en el punto de contacto en función del parámetro adimensional que ubica al punto de contacto sobre la línea de engrane. Por otra parte, el cálculo de las fuerzas y cuplas transmitidas y empujes actuantes juntamente con la determinación de los radios de curvatura de los helicoides en los puntos de contacto, permite obtener el valor de las tensiones de Hertz en una posición genérica del mecanismo. Finalmente se determina el rendimiento del par dentado. Para facilitar los cálculos se han tabulado funciones mediante computación digital.

SUMMARY

This paper presents an malytical and rigorous study about the mechanics of spiral gears, which have some specific basic, and with no coinciding pitch planes. After studying the nature and the elements of the contact of meshing spiral gears, the parametric equations of the involute helicoids which form the conjugate gear teeth are determined. The next step is to study the nature of relative motion between the meshing gears and to calculate the sliding velocity on the tooth profiles in terms of the dimensionless parameter that locates the position of the point of contact on the path of contact. Furthermore, the components of both, the normal applied load and the friction force at the point of mesh are calculated. The normal applied load, together with the radii of curvature of the involute helicoids at the point of contact are then used to determine the Hertz stresses. In making this analysis, it must he noted that the value of those radii change as the contact moves accross the faces of the gear teeth.

These values are computed from de equations of the paths of contact on the faces of the gear teeth and they are again expressed in terms of the parameter that locates the position of the point of contact. Finally the efficiency of the mechanism is determined.

Of particular interest is the tabulation of some complex formulas by applying digital computation.

1. INTRODUCCION

El trabajo de investigación y desarrollo analítico que se expone en la publicación presente ha sido concebido bajo un múltiple propósito. En primer término, tiene por objeto fundamental la deducción ordenada de todas las relaciones matemáticas exactas referentes a la mecánica del mecanismo constituido por un par de ruedas dentadas helicoidales con ejes alabeados. En segundo lugar existe el propósito didáctico de desarrollar un modelo de estudio analítico completo de un mecanismo a los efectos de que bajo métodos semejantes pueda impulsarse también en nuestro país el estudio metódico y profundo de otros sistemas pertenecientes a la reverdecida ciencia de la Cinemática Aplicada. Y en tercer término se intenta poner de manifiesto en forma nítida la insuperable ventaja que implica el empleo de las computadoras en la preparación de tablas de funciones que permiten reducir complejas y extensas fórmulas trigonométricas a simples expresiones de cálculo directo.

En los antecedentes europeos y americanos revisados por el autor sobre el tema*, aunque se exponen valiosos elementos de análisis y se aclaran conceptos y criterios básicos de funcionamiento y diseño, los desarrollos quedan siempre *limitados* por la circunstancia de carecerse de las expresiones matemáticas exactas que permitan estudiar las características mecánicas del contacto entre dientes a lo largo de *toda lalínea de engrane*. En consecuencia es usual calcular magnitudes tales como la velocidad relativa o las tensiones elásticas en relación con *condiciones medias* de contacto valiéndose de las propiedades de las cremalleras generatrices de los dientes helicoidales o de hipótesis aproximadas (hipótesis de las ruedas "imaginarias" de dientes rectos obtenidas como secciones normales de las ruedas helicoidales). El trabajo presente incluye, en cambio, la deducción de las *ecuaciones cartesianas para métricas de los helicoides reglados* (de evolvente) *conjugados* a partir de la definición analítica de las cremalleras genera-

* La bibliografía se detalla al final del trabajo.

trices. En consecuencia, pueden seguidamente desarrollarse los análisis cinemático, estático, elástico y del rendimiento inherentes al par de ruedas helicoidales, atendiendo a la variabilidad que experimentan las características geométricas de los flancos de los dientes mientras el punto de contacto se desplaza en forma continua. En última instancia, todas las magnitudes descriptivas del contacto, velocidades relativas, acciones estáticas recíprocas, tensiones elásticas, etc., han podido expresarse en función de un único *parámetro adimensional*, que permite ubicar *la posición instantánea del punto de contacto sobre la línea de engrane.*

Es menester destacar asimismo que el estudio supone el caso general de *no coincidencia* entre los planos primitivos de generación de las ruedas integrantes del par, aunque se admite su paralelismo. Esta falta de coincidencia entre los planos primitivos hace que la distancia entre los ejes alabeados no coincida con la suma de los radios primitivos de las ruedas.

En resumen, la deducción de las ecuaciones correspondientes a las superficies helicoidales de dentado con la condición simultánea de no coincidencia entre planos primitivos de generación, permite avanzar en el terreno del análisis un paso adelante con relación a la bibliografía conocida sobre el tema. En razón de ello la presente publicación pretende aportar elementos útiles para todo estudio detenido de los problemas mecánicos relativos al mecanismo en cuestión. Así, por ejemplo, el problema de la lubricación pelicular entre dientes sólo puede investigarse en el plano analítico mediante el conocimiento de los radios de curvatura y de las velocidades relativas en el punto de contacto y de su variación mientras transcurre el proceso del engrane. Con el concurso de las funciones y fórmulas que se deducen y se exponen tabuladas, ello es factible en forma relativamente sencilla. También pueden analizarse y juzgarse en forma fácil y precisa con los mencionados recursos las propiedades de los diseños que fundamentados en criterios técnicos específicos han desarrollado algunos investigadores, por ejemplo, los diseños "All-Reccess Action" preconizados por E. Buckingham. Es decir, sintetizando, se pretende suministrar herramientas útiles de trabajo analítico, con independencia de criterios o normas particulares de diseño.

Independientemente de los problemas de investigación analítica o del estudio de los criterios de diseño, existen en la práctica tecnológica procedimientos de mecanizado de ruedas dentadas (por ejemplo, el "Shaving") en los que por encontrarse la herramientas y la pieza

trabajada en las mismas condiciones relativas que se verifican para un par de ruedas helicoidales entre ejes alabeados, se hacen aplicables al caso las relaciones válidas para el mecanismo citado.

Finalmente conviene agregar que la teoría expuesta en el trabajo es aplicable sin cambios y por extensión al mecanismo de contacto puntal constituido por un tornillo sinfín (de helicoide a evolvente) y una rueda de dientes helicoidales. Para los restantes casos de mecanismos de tornillos, sería necesario efectuar estudios independientes, y en esas circunstancias el presente puede servir de modelo de trabajo. Es propósito del autor, si las condiciones y los medios lo permiten, emprender en el futuro esa tarea.

Con carácter de comentario general es necesario advertir que en mérito a la síntesis, se han suprimido algunas de las demostraciones correspondientes a propiedades y relaciones elementales suficientemente conocidas de los helicoides desarrollables de envolvente.

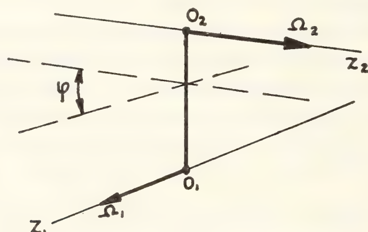


Fig. 2-1

2. GENERACION CINEMATICA DEL MECANISMO

En la presente sección se describirá la forma de generar un par de ruedas helicoidales conjugadas con ejes alabeados mediante el método de la ruletas auxiliares.

Las ruedas, denominadas de ahora en adelante rueda 1 (conductora) y rueda 2 (conducida) giran en torno a sus respectivos ejes Z_1 y Z_2. Dichos ejes son alabeados y sus proyecciones sobre un plano normal a la perpendicular común a Z_1 y Z_2 forman un ángulo φ (fig. 2-1).

Se supone para la rueda 1 un *cilindro primitivo de generación* $C.P._1$ de radio R_1 (fig. 2-2). El plano P_1 tangente a dicho cilindro a lo largo de la generatriz δ_1 se traslada con una velocidad V_1 igual a la

velocidad tangencial del cilindro primitivo. Dicho plano materializa al *plano primitivo de la cremallera generatriz* de la rueda 1. Se vincula rígidamente al plano P_1 un *plano generador* N_1 que forma con P_1 el ángulo $\left(\frac{\pi}{2} - \theta_n\right)$ y cuya intersección con el mismo (recta d_1) forma con δ_1 el ángulo ψ_1, denominado ángulo de *inclinación de la hélice*

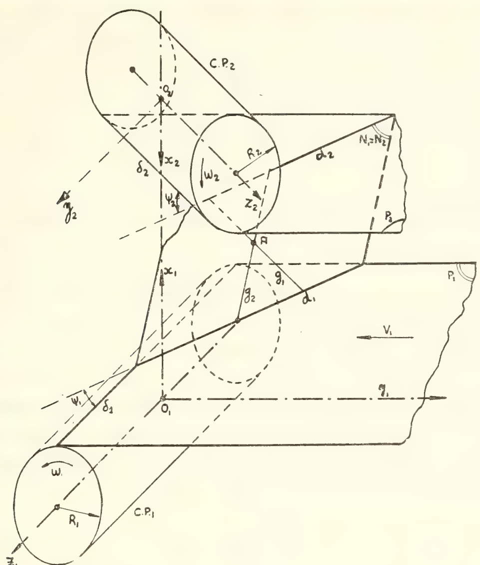


Fig. 2-2

primitiva. En el movimiento $\frac{\text{Plano } P_1}{\text{Cilindro } C.P._1}$, el plano N_1, ligado a P_1, genera una superficie envolvente ligada a $C.P._1$. Dicha superficie es un *helicoide desarrollable* H_1. El plano N_1 materializa al *flanco del diente* de la cremallera generatriz. El contacto del mismo con el helicoide H_1 se produce a lo largo de la recta g_1 obtenida como intersección entre el plano N_1 y un plano normal a N_1 trazado por δ_1.

Se supone seguidamente un plano N_2 permanentemente superpuesto a N_1 y ligado en forma rígida a un plano P_2, paralelo a P_1* y

* En un planteo aún más general P_1 no es necesariamente paralelo a P_2

separado del mismo una distancia "e", que se traslada en una dirección normal al eje Z_2. Para que esto último pueda ocurrir, debe producirse en todo instante un deslizamiento entre los planos N_1 y N_2. El plano P_2 materializa al *plano primitivo de la cremallera generatriz de la rueda* 2 y el plano N_2 al *flanco del diente* de dicha cremallera. El *cilindro primitivo de generación C.P.*$_2$ de la rueda 2 es tangente al plano P_2 a lo largo de la generatriz δ_2 y realiza respecto de dicho plano un movimiento de rodadura lineal, es decir, la velocidad tangencial V_2 de $C.P._2$ y la de traslación de P_2 son idénticas. Resulta así para la rueda 2 una velocidad angular ω_2, cuya relación respecto a la velocidad angular ω_1 de la rueda 1:

$$k = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

es la *relación de transmisión constante* del mecanismo esquematizado.

En el movimiento $\dfrac{\text{Plano } P_2}{\text{Cilindro } C.P._2}$, el plano N_2, ligado a P_2, genera una superficie envolvente ligada al cilindro $C.P._2$. Dicha superficie es un helicoide desarrollable H_2 cuyo contacto con el flanco de la cremallera se verifica a lo largo de la generatriz g_2, obtenida como intersección entre el plano N_2 y un plano perpendicular a N_2 trazado por δ_2.

Por otra parte, la intersección de P_2 y N_2 (recta d_2) forma con δ_2. un ángulo ψ_2, denominado ángulo de *inclinación de la hélice primitiva* de la rueda 2. Dicho ángulo está ligado a su homólogo ψ_1 de la rueda 1 por alguna de las dos relaciones siguientes:

$$\psi_1 + \psi_2 = \varphi \qquad (2\text{-}1)$$

$$|\psi_1 - \psi_2| = \varphi \qquad (2\text{-}2)$$

En el primer caso las hélices primitivas son del *mismo sentido*, y en el segundo de *sentido contrario*. De aquí en adelante todas las relaciones analíticas que se deducirán corresponden al caso de helices del *mismo sentido* y en consecuencia sólo tendrá vigencia la relación (2-1). Por otra parte, este caso es el que corresponde a la *generalidad de las aplicaciones prácticas*.

Dado que g_1 es la línea de contacto entre N_1 y H_1 y g_2 entre N_2 y H_2, y puesto que N_1 y N_2 son coincidentes, resulta que el punto A de intersección entre g_1 y g_2 es el *punto de contacto* entre los helicoides conjugados H_1 y H_2. Recordando que g_1 y g_2 surgen como intersecciones de $N_1 = N_2$ con planos que son normales al citado plano genera-

dor, se deduce que el punto de contacto se desplaza en el espacio según una recta "n" normal al mismo. Resumiendo, el contacto entre H_1 y H_2 es *puntual* y el punto de contacto describe una recta normal al plano generador.

A los efectos de los desarrollos analíticos que se efectuarán más adelante convendrá individualizar algunos nuevos elementos característicos de los helicoides y establecer entre ellos relaciones útiles.

El ángulo θ_n de presión de las cremalleras generatrices superpuestas se denomina ángulo de *presión normal o real*. Por otra parte si se intercepta al helicoide H_1 con un plano normal al eje Z_1, la evolvente E_1 resultante (fig. 2-3) tiene al nivel de la circunferencia primitiva (sección de $C.P._1$) un *ángulo de presión* aparente θ_1. En la rueda 2 un procedimiento geométrico semejante permite definir al *ángulo de presión* aparente θ_2. Entre los ángulos de presión recién definidos y el ángulo de presión normal existen las siguientes importantes relaciones:

$$\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{\operatorname{tg} \theta_n}{\cos \psi_1} \qquad (2\text{-}3)$$

$$\operatorname{tg} \theta_2 = \frac{\operatorname{tg} \theta_n}{\cos \psi_2}$$

Los helicoides H_1 y H_2 generados en la forma antes descripta, poseen sendos *cilindros bases o núcleos* cuyos respectivos radios ρ_1 y ρ_2 están relacionados con los radios primitivos R_1 y R_2 por las expresiones:

$$\rho_1 = R_1 \cos \theta_1 \qquad (2\text{-}5)$$

$$\rho_2 = R_2 \cos \theta_2 \qquad (2\text{-}6)$$

La intersección de H_1 con su cilindro de base es una hélice, *hélice de base*, cuyo ángulo de inclinación ψ_{b1} está relacionado con el ángulo de inclinación ψ_1 de la hélice primitiva por la fórmula:

$$\operatorname{tg} \psi_{b1} = \operatorname{tg} \psi_1 \cdot \cos \theta_1 \qquad (2\text{-}7)$$

Análogamente para la rueda 2:

$$\operatorname{tg} \psi_{b2} = \operatorname{tg} \psi_2 \cdot \cos \theta_2 \qquad (2\text{-}8)$$

Por otra parte designado por:

M_n = modulo normal o real.

$t_n = \pi M_n$ = paso primitivo normal o real.

M_1 = módulo circunferencial o aparente de la rueda 1.
M_2 = módulo circunferencial o aparente de la rueda 2.
$t_1 = \pi M_1$ = paso circunferencial o aparente de la rueda 1.
$t_2 = \pi M_2$ = paso circunferencial o aparente de la rueda 2.
t_{bn} = paso base normal.
t_{b1} = paso base circunferencial de la rueda 1.
t_{b2} = paso base circunferencial de la rueda 2.

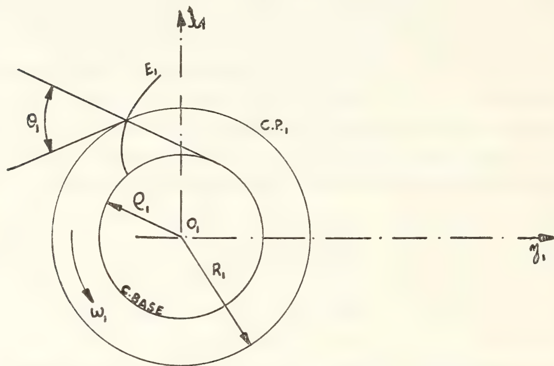


Fig. 2-3

Estas magnitudes están ligadas por las relaciones siguientes:

$$t_n = t_1 \cos \psi_1 = t_2 \cos \psi_2 \qquad (2\text{-}9)$$

$$t_{bn} = t_{b1} \cos \psi_{b1} = t_{b2} \cos \psi_{b2} \qquad (2\text{-}10)$$

$$t_{bn} = t_n \cos \theta_n \qquad (2\text{-}11)$$

$$t_{b1} = t_1 \cos \theta_1 \qquad (2\text{-}12)$$

$$t_{b2} = t_2 \cos \theta_2 \qquad (2\text{-}13)$$

De las (2-10) y (2-11), se obtiene:

$$t_{b1} \cos \psi_{b1} = t_n \cos \theta_n$$

utilizando la (2-12).

$$t_1 \cos \theta_1 \cos \psi_{b1} = t_n \cos \theta_n$$

de donde:

$$\cos \theta_1 \cdot \cos \psi_{b1} = \cos \psi_1 \cdot \cos \theta_n \qquad (2\text{-}14)$$

Multiplicando miembro a miembro la (2-7) por la (2-14) se obtiene:

$$\text{sen}\, \psi_{b1} = \text{sen}\, \psi_1 \cdot \cos \theta_n \qquad (2\text{-}15)$$

La (2-15) es una nueva e importante relación entre ψ_{b1} y ψ_1. Para los ángulos homólogos ψ_{b2} y ψ_2 de la rueda 2 se verifica análogamente:

$$\text{sen}\ \psi_{b2} = \text{sen}\ \psi_2 \cdot \cos \theta_n \tag{2-16}$$

La condición impuesta a los panos N_1 y N_2 de mantenerse superpuestos, aunque deslizantes, conduce a la condición cinemática de igualdad de las velocidades de dichos planos en la dirección de su

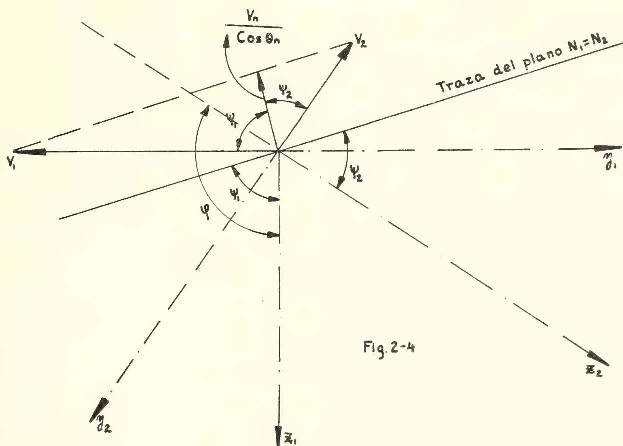


Fig. 2-4

normal común (fig. 2-4). Siendo $V_1 = \omega_1 R_1$ la velocidad de traslación de P_1, la velocidad de N_1 en la dirección de su normal es:

$$V_n = V_1 \cos \psi_1 \cdot \cos \theta_n = \omega_1 R_1 \cos \psi_1 \cdot \cos \theta_n$$

Para el plano N_2, en forma similar, se tiene:

$$V_n = V_2 \cos \psi_2 \cdot \cos \theta_n = \omega_2 R_2 \cos \psi_2 \cdot \cos \theta_n$$

Igualando:

$$\omega_1 \cdot R_1 \cos \psi_1 = \omega_2 \cdot R_2 \cdot \cos \psi_2$$

de donde:

$$k = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{R_1 \cos \psi_1}{R_2 \cos \psi_2} \tag{2-17}$$

La (2-17) es una de las formas específicas que toma la relación de transmisión para el mecanismo en estudio. Otra forma de k en fun-

ción de elementos geométricos de base de los helicoides se obtiene mediante las operaciones que siguen.

De la (2-7), se despeja:

$$\operatorname{tg} \psi_1 = \frac{\operatorname{tg} \psi_{b1}}{\cos \theta_1} = \frac{\operatorname{sen} \psi_1}{\cos \psi_1}$$

$$\therefore \cos \psi_1 = \frac{\operatorname{sen} \psi_1 \cdot \cos \theta_1}{\operatorname{tg} \psi_{b1}} = \frac{\operatorname{sen} \psi_1 \cdot \cos \theta_1 \cdot \cos \psi_{b1}}{\operatorname{sen} \psi_{b1}}$$

Empleando la (2-15)

$$\cos \psi_1 = \frac{\cos \theta_1 \cdot \cos \psi_{b1}}{\cos \theta_n}$$

Similarmente:

$$\cos \psi_2 = \frac{\cos \theta_2 \cdot \cos \psi_{b2}}{\cos \theta_n}$$

Sustituyendo en la (2-17), resulta

$$k = \frac{R_1 \cos \theta_1 \cdot \cos \psi_{b1}/\cos \theta_n}{R_2 \cos \theta_2 \cdot \cos \psi_{b2}/\cos \theta_n}$$

y utilizando las (2-5) y (2-6):

$$k = \frac{\rho_1 \cos \psi_{b1}}{\rho_2 \cos \psi_{b2}} \qquad (2\text{-}18)$$

3. CONVENCIONES

Previamente a la iniciación de los desarrollos analíticos es necesario establecer claramente las convenciones que se emplearán respecto a las ternas de referencia, a los sentidos de las hélices y a la forma de medir los ángulos de inclinación.

3.1. *Convenciones generales*

Según normas ya usuales, se denomina *terna izquierda u horaria* a toda terna de ejes coordenados cartesianos *Ox* y *z* (fig. 3-1*a*) tal que un observador colocado según el eje *z* de modo que sea atravesado de pies a cabeza, debe efectuar una rotación de 90° en el sentido de las agujas del reloj para llevar a coincidir el semieje *Ox* positivo con el semieje *Oy* positivo. Por el contrario, en la *terna derecha o antihoraria*, la citada rotación de 90° debe efectuarse con sentido contrario al de las agujas del reloj (fig. 3-1*b*).

Con relación al sentido de las hélices, se dice que las ruedas helicoidales son de *hélice izquierda* (fig. 3-2*a*) cuando el diente es visto rotar hacia la izquierda al alejarse de un observador ubicado en un punto del eje. Cuando la mencionada rotación se produce hacia la derecha, la hélice es de sentido *derecho* (fig. 3-2*b*).

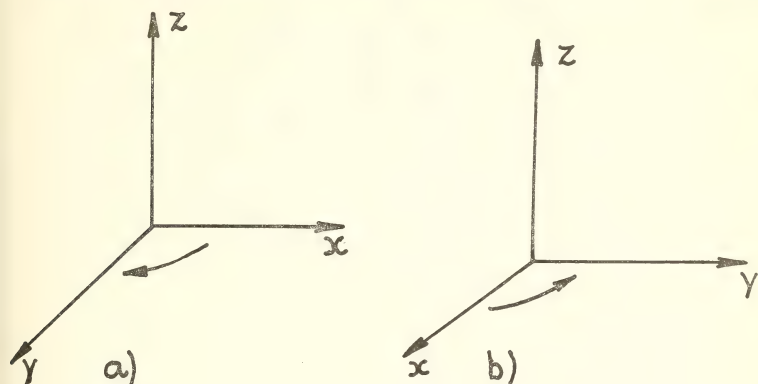


Fig. 3-1

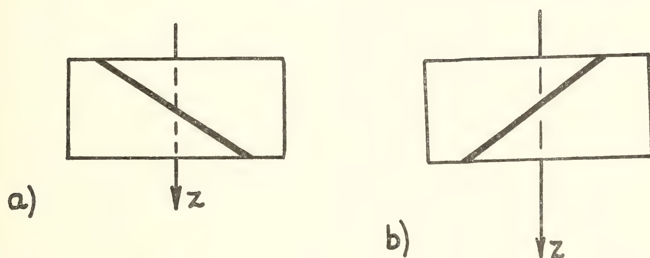


Fig. 3-2

3.2. *Convenciones particulares*

Respecto al mecanismo de ruedas helicoidales en estudio, con ángulo entre ejes $\varphi = \psi_1 + \psi_2$, se establecen las siguientes convenciones referentes a los sistemas de coordenadas cartesianas trirectángulos fijos $O_1\, x_1\, y_1\, z_1$ y $O_2\, x_2\, y_2\, z_2$:*

* Estas convenciones son las adoptadas explícitamente por R. Giovannozi. (Ver bibliografía al final del trabajo).

a) Los ejes z_1 y z_2 se toman coincidentes con los ejes de las ruedas y con sentido tal que respecto a un observador dispuesto según su dirección positiva, las rotaciones resultan *ambas horarias* o ambas antihorarias.

Fig. 3-3

b) Los ejes x_1 y x_2 se toman según la recta de mínima distancia entre ejes, con origen en tales ejes y dirigidas respectivamente en el sentido del eje 1 al eje 2 y viceversa.

c) Los ejes y_1 e y_2 se toman de modo tal que formen ternas derechas si los helicoides son izquierdos y ternas izquierdas si los helicoides son derechos.

En lo que se refiere a los ángulos de inclinación de las hélices, se definen como los ángulos menores de 90° que forman las direcciones de las hélices con los ejes z respectivos.

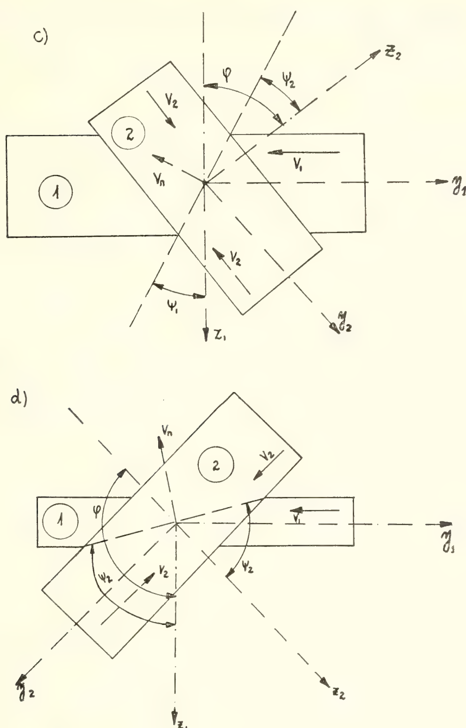


Fig. 3-3

En la figura 3-3 se han esquematizado todos los casos que responden a las convenciones anteriores y para los cuales son válidas las siguientes ecuaciones de transformación:

$$\begin{cases} x_2 = d - x_1 \\ y_2 = y_1 \cos \varphi + z_1 \operatorname{sen} \varphi \\ z_2 = y_1 \operatorname{sen} \varphi - z_1 \cos \varphi \end{cases} \qquad (3\text{-}1)$$

$$\begin{cases} x_1 = d - x_2 \\ y_1 = y_2 \cos \varphi + z_2 \operatorname{sen} \varphi \\ z_1 = y_2 \operatorname{sen} \varphi - z_2 \cos \varphi \end{cases} \qquad (3\text{-}2)$$

Siendo d la menor distancia entre los ejes no coplanares z_1 y z_2.

4. ANALISIS GEOMETRICO

Vista la forma de generar ruedas helicoidales conjugadas e individualizados sus elementos característicos y sus relaciones más importantes, es necesaria la introducción del lenguaje matemático a los efectos de realizar la investigación analítica que permita traducir en fórmulas exactas las propiedades geométricas condicionantes del comportamiento mecánico del sistema.

4.1. *Determinación analítica de la línea de engrane*

La primera cuestión a resolver es la obtención de la ecuación de la línea de engrane o lugar geométrico de los puntos de contacto entre los flancos helicoidales conjugados. En la Sección 2 se ha visto que dicha línea es recta.

Empleando las convenciones definidas en la Sección 3 se irán seguidamente definiendo y obteniendo en forma sistemática todos los elementos analíticos que conducen a la ecuación antes citada.

4.1.1. *Parámetro λ_1*

Sea la fig. 4-1 donde se han indicado los elementos geométricos correspondientes a la rueda 1 y supóngase una posición genérica del sistema definida por el parámetro angular λ_1. Este ángulo es nulo cuando el punto Q_1 (fig. 4-1*b*), intersección de los planos P_1, N_1 y $O_1\, x_1\, y_1$, se ubica sobre el semieje $O_1\, x_1$. El *sentido positivo* tado para el mismo es el que corresponde a la rotación de 90° que lleva a coincidir el semieje $O_1\, x_1$ con el semieje $O_1\, y_1$. Es notorio en consecuencia que:

$$\overline{U_1\, Q_1} = \widehat{U_1\, Q'_1} = \lambda_1\, R_1$$

Las coordenadas del punto Q_1 son entonces:

$$x_Q = R_1 \qquad y_Q = \lambda_1\, R_1 \qquad z_Q = 0$$

4-1-2. *Ecuación del plano N_1 en el sistema $O_1\, x_1\, y_1\, z_1$*

Dado que el plano N_1 queda determinado por las rectas d_1 (intersección de N_1 y P_1) y m_1 (línea de máxima pendiente de N_1 respecto de P_1), se calcularán previamente los cosenos directores de las mismas.

Fig. 4-1

Suponiendo la recta d_1 orientada de modo que se versor positivo $\vec{d}_1^{\,\circ}$ dé proyección positiva sobre el eje z_1, sus cosenos directores son (fig. 4-2):

$$\cos \alpha_1 = 0$$
$$\cos \beta_1 = \cos (90^\circ + \psi_1) = - \operatorname{sen} \psi_1$$
$$\cos \gamma_1 = \cos \psi_1$$

Para la recta m_1 se supone que su versor positivo $\vec{m}_1^{\circ}$ da proyección positiva sobre el eje x_1. Sus cosenos directores deben verificar la propiedad de ortogonalidad con los de la recta d_1, es decir:

$$\cos \alpha_1 \cos \alpha_m + \cos \beta_1 \cos \beta_m + \cos \gamma_1 \cos \gamma_m = 0$$

Sustituyendo:

$$- \operatorname{sen} \psi_1 \cos \beta_m + \cos \psi_1 \cos \gamma_m = 0$$

Además:

$$\cos \alpha_m = \cos \theta_n$$

y como:

$$\cos^2 \alpha_m + \cos^2 \beta_m + \cos^2 \gamma_m = 1$$

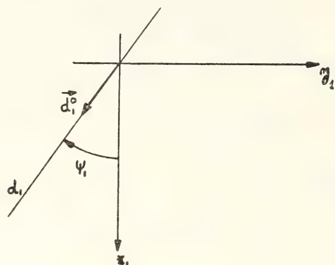


Fig. 4-2

Sustituyendo y operando, resultan los siguientes cosenos directores para la recta m_1:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_m &= \cos \theta_n \\ \cos \beta_m &= - \operatorname{sen} \theta_n \cos \psi_1 \\ \cos \gamma_m &= \operatorname{sen} \theta_n \operatorname{sen} \psi_1 \end{aligned} \qquad (4\text{-}1)$$

En función de los cosenos directores de d_1 y m_1 y de las coordenadas del punto Q_1, la ecuación del plano N_1 se obtiene del modo siguiente (Hüte I, pág. 144, edic. 1938):

$$\begin{aligned} &(x_1 - x_Q)(\cos \beta_1 \cos \gamma_m - \cos \beta_m \cos \gamma_1) + \\ &+ (y_1 - y_Q)(\cos \gamma_1 \cos \alpha_m - \cos \gamma_m \cos \alpha_1) + \\ &+ (z_1 - z_Q)(\cos \alpha_1 \cos \beta_m - \cos \alpha_m \cos \beta_1) = 0 \end{aligned}$$

Empleando las expresiones (4-1), se obtiene:

$$\begin{aligned} &x_1 \operatorname{sen} \theta_n - y_1 \cos \theta_n \cos \psi_1 - z_1 \cos \theta_n \operatorname{sen} \psi_1 + \\ &+ \lambda_1 R_1 \cos \psi_1 \cos \theta_n - R_1 \operatorname{sen} \theta_n = 0 \end{aligned} \qquad (4\text{-}2a)$$

En forma más sintética, se escribe:

$$A_1 x_1 + B_1 y_1 + C_1 z_1 + D_1 = 0 \qquad (4\text{-}2b)$$

con:

$$\begin{cases} A_1 = \text{sen}\,\theta_n \\ B_1 = -\cos\theta_n \cos\psi_1 \\ C_1 = -\cos\theta_n\,\text{sen}\,\psi_1 \\ D_1 = \lambda_1 R_1 \cos\theta_n \cos\psi_1 - R_1\,\text{sen}\,\theta_n \end{cases} \qquad (4\text{-}3)$$

La observación de la ecuación (4-2a) muestra que haciendo variar el parámetro λ_1 se obtiene una familia de planos paralelos.

4-1-3. *Ecuación del plano N_1 en el sistema $O_1\, X_1\, Y_1\, Z_1$*

Sea el sistema $O_1X_1Y_1Z_1$, solidario con el rueda 1 y tal que el semieje O_1Z_1 es coincidente con el semieje O_1z_1 y el semieje O_1X_1 forma con el semieje O_1x_1 el ángulo λ_1 (fig. 4-3).

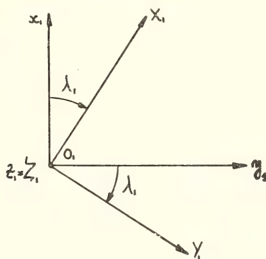


Fig. 4-3

La transformación de coordenadas está gobernada en estas condiciones por las fórmulas siguientes:

$$\begin{cases} x_1 = X_1 \cos\lambda_1 - Y_1\,\text{sen}\,\lambda_1 \\ y_1 = X_1\,\text{sen}\,\lambda_1 + Y_1 \cos\lambda_1 \\ z_1 = Z_1 \end{cases} \qquad (4\text{-}4a)$$

$$\begin{cases} X_1 = x_1 \cos\lambda_1 + y_1\,\text{sen}\,\lambda_1 \\ Y_1 = -x_1\,\text{sen}\,\lambda_1 + y_1 \cos\lambda_1 \\ Z_1 = z_1 \end{cases} \qquad (4\text{-}4b)$$

Reemplazando a (4-4a) en las (4-2b), operando y agrupando, se tiene:

$$(A_1 \cos\lambda_1 + B_1\,\text{sen}\,\lambda_1)\, X_1 + (B_1 \cos\lambda_1 - A_1\,\text{sen}\,\lambda_1)\, Y_1 + \\ + C_1 Z_1 + D_1 = 0 \qquad (4\text{-}5)$$

La (4-5) es la expresión analítica de una familia de planos no paralelos, función del parámetro λ_1.

4-1-4. *Ecuación paramétrica de la generatriz g_1 del helicoide H_1*

La familia de planos (4-5) determina una superficie envolvente (helicoide H_1) cuya *característica* (generatriz recta g_1 del helicoide) exige para la obtención de su ecuación la derivación de la (4-5) respecto del parámetro λ_1, es decir:

$$(-A_1 \operatorname{sen} \lambda_1 + B_1 \cos \lambda_1) X_1 + \\ + (-B_1 \operatorname{sen} \lambda_1 - A_1 \cos \lambda_1) Y_1 + \frac{dD_1}{d\lambda_1} = 0$$

Haciendo:

$$\begin{cases} E_1 = B_1 \cos \lambda_1 - A_1 \operatorname{sen} \lambda_1 \\ F_1 = A_1 \cos \lambda_1 + B_1 \operatorname{sen} \lambda_1 \\ D_1' = \dfrac{dD_1}{d\lambda_1} = R_1 \cos \theta_n \cos \psi_1 \end{cases} \qquad (4\text{-}6)$$

Resulta:

$$E_1 X_1 - F_1 Y_1 + D_1' = 0 \qquad (4\text{-}7)$$

La (4-7) es la ecuación de un plano que se denominará T_1. Enpleando las (4-6) y reuniendo las (4-5) y (4-7), se tiene:

$$\begin{cases} F_1 X_1 + E_1 Y_1 + C_1 Z_1 + D_1 = 0 \\ E_1 X_1 - F_1 Y_1 + D_1' = 0 \end{cases} \qquad (4\text{-}8)$$

El sistema (4-8) representa un sistema de dos planos (N_1 y T_1) cuya intersección g_1 es la generatriz rectilínea del helicoide H_1. Es decir, el sistema (4-8) es la *ecuación paramétrica implícita* de la generatriz g_1. En cuanto al plano T_1 es fácil demostrar que es normal, para cualquier λ_1, al plano N_1. En efecto, siendo (F_1, E_1, C_1) los coeficientes directores del plano N_1 y (E_1, $-F_1$, O) los del plano T_1, se cumple evidentemente la condición de ortogonalidad.

4.1.5. *Ecuación del plano T_1 en el sistema $O_1x_1y_1z_1$*

Reemplazando las (4-4b) en la (4-7) se tiene:

$$E_1 (x_1 \cos \lambda_1 + y_1 \operatorname{sen} \lambda_1) - F_1 (-x_1 \operatorname{sen} \lambda_1 + y_1 \cos \lambda_1) + D_1' = 0$$

Empleando las (4-6), operando y agrupando resulta:

$$B_1 x_1 - A_1 y_1 + D_1' = 0 \qquad (4\text{-}9a)$$

Utilizando las (4-3) y la tercera (4-6), se tiene:

$$\cos\psi_1 \cdot x_1 + \operatorname{tg}\theta_n \cdot y_1 - R_1 \cos\psi_1 = 0 \qquad (4\text{-}9b)$$

Mediante la conocida relación $\operatorname{tg}\theta_n/\cos\psi_1 = \operatorname{tg}\theta_1$ puede escribirse en forma aún más sintética:

$$x_1 + y_1 \cdot \operatorname{tg}\theta_1 - R_1 = 0 \qquad (4\text{-}9c)$$

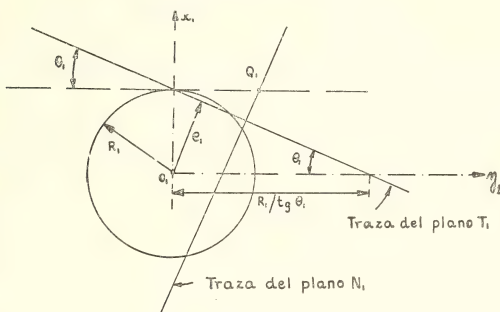


Fig. 4-4

La observación de la (4-9c) indica que el plano T_1 es un plano fijo paralelo al eje z_1. Sus intersecciones con los restantes ejes tienen por coordenadas (fig. 4-4):

Eje x_1: $\quad x_1 = R_1 \qquad y_1 = 0$

Eje y_1: $\quad y_1 = 0 \qquad y_1 = \dfrac{R_1}{\operatorname{tg}\theta_1}$

4.1.6. *Ecuación del plano $N_2 = N_1$ en el sistema $O_2x_2y_2z_2$*

Empleado las fórmulas de transformación de coordenadas (3-2) en la ecuación (4-2a) del plano N_1, se tiene:

$$(d - x_2)\operatorname{sen}\theta_n - (y_2\cos\varphi + z_2\operatorname{sen}\varphi)\cos\theta_n\cos\psi_1 -$$
$$-(y_2\operatorname{sen}\varphi - z_2\cos\varphi)\cos\theta_n\operatorname{sen}\psi_2 + \lambda_1 R_1\cos\psi_1\cos\theta_n - R_1\operatorname{sen}\theta_n = 0$$

Operando y teniendo en cuenta que:

$$\varphi - \psi_1 = \psi_2$$
$$d - R_1 = R_2 + e$$

Se tiene:

$$\text{sen}\,\theta_n \cdot x_2 + \cos\theta_n \cos\psi_2 \cdot y_2 + \cos\theta_n\, \text{sen}\,\psi_2 \cdot z_2 - \\ - \lambda_1 R_1 \cos\theta_n \cos\psi_1 + (R_2 + e)\, \text{sen}\,\theta_n = 0$$

Por otra parte, definiendo un nuevo *parámetro* λ_2 tal que:

$$\lambda_2 = k\lambda_1 \qquad (4\text{-}10)$$

Resulta:

$$\lambda_1 R_1 \cos\psi_1 = \lambda_2 R_2 \cos\psi_2 \; *$$

En consecuencia se tiene finalmente la forma siguiente para la ecuación del plan $N_2 = N_1$:

$$\text{sen}\,\theta_n \cdot x_2 + \cos\theta_n \cos\psi_2 \cdot y_2 + \cos\theta_n\, \text{sen}\,\psi_2 \cdot z_2 - \\ - \lambda_2 R_2 \cos\theta_n \cos\psi_2 - (R_2 + e)\, \text{sen}\,\theta_n = 0 \qquad (4\text{-}11a)$$

En forma más simplificada puede escribirse:

$$A_2 x_2 + B_2 y_2 + C_2 z_2 + D_2 = 0 \qquad (4\text{-}11b)$$

Con:

$$\begin{cases} A_2 = \text{sen}\,\theta_n \\ B_2 = \cos\theta_n \cos\psi_2 \\ C_2 = \cos\theta_n\, \text{sen}\,\psi_2 \\ D_2 = -\lambda_2 R_2 \cos\theta_n \cos\psi_2 - (R_2 + e)\, \text{sen}\,\theta_n \end{cases} \qquad (4\text{-}12)$$

4.1.7. *Ecuación del plano* $N_2 = N_1$ en el sistema $O_2X_2Y_2Z_2$

El sistema $O_2X_2Y_2Z_2$ se supone fijo a la rueda 2 y con el semieje O_2Z_2 coincidente con el semieje O_2z_2. Además cuando $\lambda_2 = \lambda_1 = 0$ los semiejes O_2X_2 y O_2Y_2 son respectivamente coincidentes con los semiejes O_2x_2 y O_2y_2. En estas condiciones las transformaciones de coordenadas se realizan mediante las fórmulas de transformación siguientes:

$$\begin{cases} x_2 = X_2 \cos\lambda_2 - Y_2\, \text{sen}\,\lambda_2 \\ y_2 = X_2\, \text{sen}\,\lambda_2 + Y_2 \cos\lambda_2 \\ z_2 = Z_2 \end{cases} \quad (4\text{-}13a) \qquad \begin{cases} X_2 = x_2 \cos\lambda_2 + y_2\, \text{sen}\,\lambda_2 \\ Y_2 = -x_2\, \text{sen}\,\lambda_2 + y_2 \cos\lambda_2 \\ Z_2 = z_2 \end{cases} \quad (4\text{-}13b)$$

* Es obvio que λ_2 se anula simultáneamente con λ_1. Por otra parte λ_1 y λ_2, tienen siempre el mismo signo puesto que se asigna a k signo positivo en todos los casos. En consecuencia el sentido positivo de λ_2 es el que corresponde a la rotación de 90° que lleva el semieje O_2x_2 a coincidir con el semieje O_2y_2 (figs. 4-5).

Reemplazando las (4-13a) en la (4-11a) operando algebraicamente y haciendo:

$$F_2 = A_2 \cos \lambda_2 + B_2 \operatorname{sen} \lambda_2$$
$$E_2 = B_2 \cos \lambda_2 - A_2 \operatorname{sen} \lambda_2 \qquad (4\text{-}14)$$

Se obtiene para el plano $N_2 = N_1$ en el sistema de referencia O_2X_2 Y_2Z_2:

$$F_2 X_2 + E_2 Y_2 + C_2 Z_2 + D_2 = 0 \qquad (4\text{-}15)$$

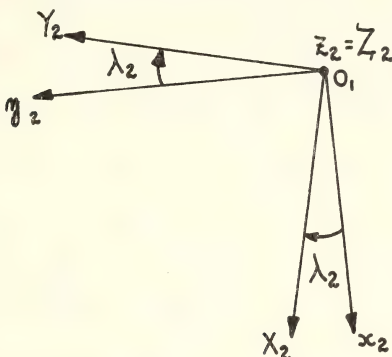


Fig. 4-5

4.1.8. *Ecuación paramétrica de la generatriz g_2 del helicoide H_2*

La expresión (4-15) genera mediante la variación del parámetro λ_2 incluido en sus coeficientes una familia de planos no paralelos cuya envolvente es el helicoide H_2. La obtención de la ecuación de la generatriz recta g_2 del mismo exige la derivación de la (4-15) respecto del parámetro λ_2:

$$\frac{dF_2}{d\lambda_2} X_2 + \frac{dE_2}{d\lambda_2} Y_2 + \frac{dC_2}{d\lambda_2} Z_2 + \frac{dD_2}{d\lambda_2} = 0$$

Empleando las (4-12) y las (4-14), se obtiene:

$$E_2 X_2 - F_2 Y_2 + D_2' = 0 \qquad (4\text{-}16)$$

donde:

$$D_2' = \frac{dD_2}{d\lambda_2} = - R_2 \cos \theta_n \cos \psi_2 \qquad (4\text{-}17)$$

la reunión de las ecuaciones (4-15) y (4-16):

$$\begin{cases} F_2 X_2 + E_2 Y_2 + C_2 Z_2 + D_2 = 0 \\ E_2 X_2 - F_2 Y_2 + D_2' = 0 \end{cases} \qquad (4\text{-}18)$$

permite la obtención del sistema (4-18) que debe interpretarse como la representación analítica, en forma paramétrica implícita, de la generatriz g_2.

Por otra parte la ecuación (4-16) es la ecuación de un plano que de ahora en adelante se denominará plano T_2. La generatriz g_2 surge en consecuencia como intersección de los planos $N_2 = N_1$ y T_2. Es fácil demostrar además mediante la observación de sus coeficientes directores, que los planos N_2 y T_2 son normales entre sí.

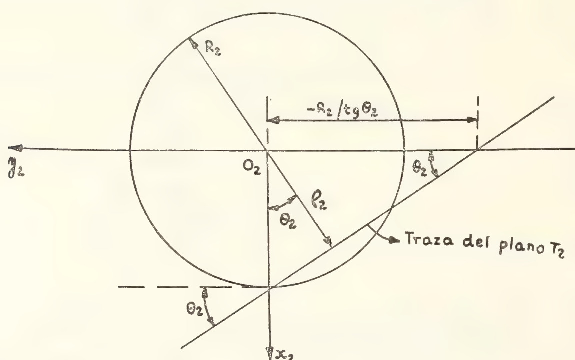


Fig. 4-6

4.1.9. *Ecuación del plano T_2 en el sistema $O_2x_2y_2z_2$*

Reemplazando las (4-13b) en la (4-16), se tiene:

$$E_2 (x_2 \cos \lambda_2 + y_2 \operatorname{sen} \lambda_2) - F_2 (-x_2 \operatorname{sen} \lambda_2 + y_2 \cos \lambda_2) + D_2' = 0$$

Empleando las (4-14), operando y simplificando, se obtiene:

$$B_2 x_2 - A_2 y_2 + D_2' = 0$$

y mediante las (4-12), resulta:

$$\cos \theta_n \cos \psi_2 \cdot x_2 - \operatorname{sen} \theta_n \cdot y_2 - R_2 \cos \theta_n \cos \psi_2 = 0$$

o también:

$$\cos \psi_2 \cdot x_2 - \operatorname{tg} \theta_n \cdot y_2 - R_2 \cos \psi_2 = 0 \qquad (4\text{-}19a)$$

y recordando que $\operatorname{tg} \theta_n / \cos \psi_2 = \operatorname{tg} \theta_2$ puede escribirse:

$$x_2 - \operatorname{tg} \theta_2 \cdot y_2 - R_2 = 0 \qquad (4\text{-}19b)$$

La (4-19b) es la ecuación del plano T_2 en el sistema $O_2x_2y_2z_2$. Es un plano fijo (independiente de λ_2), paralelo al eje z_2 y cuya distancia a dicho eje es (fig. 4-6):

$$\rho_2 = R_2 \cos \theta_2$$

donde ρ_2 es el radio del cilindro base del helicoide H_2.

4.1.10. *Ecuación del plano T_2 en el sistema $O_1x_1y_1z_1$*

Partiendo de la (4-19b) y empleando las fórmulas de transformación (3-1), se tiene:

$$(d - x_1) - \operatorname{tg} \theta_2 (y_1 \cos \varphi + z_1 \operatorname{sen} \varphi) - R_2 = 0$$

de donde:

$$x_1 + \operatorname{tg} \theta_2 \cos \varphi \cdot y_1 + \operatorname{tg} \theta_2 \operatorname{sen} \varphi \cdot z_1 + (R_2 - d) = 0 \qquad (4\text{-}20)$$

4.1.11. *Ecuación de la intersección "n" de los planos T_1 y T_2 en el sistema $O_1x_1y_1z_1$*

Dicha ecuación se obtiene mediante la reunión en un sistema de las ecuaciones (4-9c) y (4-20), es decir:

$$\begin{cases} x_1 + \operatorname{tg} \theta_1 \cdot y_1 - R_1 = 0 \\ x_1 + \operatorname{tg} \theta_2 \cos \varphi \cdot y_1 + \operatorname{tg} \theta_2 \operatorname{sen} \varphi \cdot z_1 + (R_2 - d) = 0 \end{cases} \qquad (4\text{-}21)$$

Es evidente que la intersección "n" es el sostén de la línea de engrane buscada. Interesa para lo que sigue la determinación de los cosenos directores de dicha recta "n". Para ello debe considerarse que por su carácter de intersección entre T_1 y T_2, ambos normales a $N_2 = N_1$, la recta "n" es también normal al citado plano generador. En consecuencia los cosenos buscados pueden obtenerse a partir ce los coeficientes directores de N_1 en el sistema de referencia $O_1x_1y_1z_1$. La inspección de la ecuación (4-2a) permite deducir los valores siguientes para los cosenos en cuestión:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{n1} &= \operatorname{sen} \theta_n \\ \cos \beta_{n1} &= - \cos \theta_n \cos \psi_1 \\ \cos \gamma_{n1} &= - \cos \theta_n \operatorname{sen} \psi_1 \end{aligned} \qquad (4\text{-}22)$$

De ahora en adelante, y a los efectos de simplificar la escritura algebraica, dichos cosenos se representarán respectivamente por los símbolos:

$$\alpha_{n1} \quad ; \quad \beta_{n1} \quad ; \quad \gamma_{n1} \tag{4-23}$$

Los signos adoptados en las (4-22) corresponden a la adopción de un versor $\vec{n}^{\circ}$ cuyo sentido es tal que produce una proyección positiva sobre el eje x_1 (fig. 4-7).

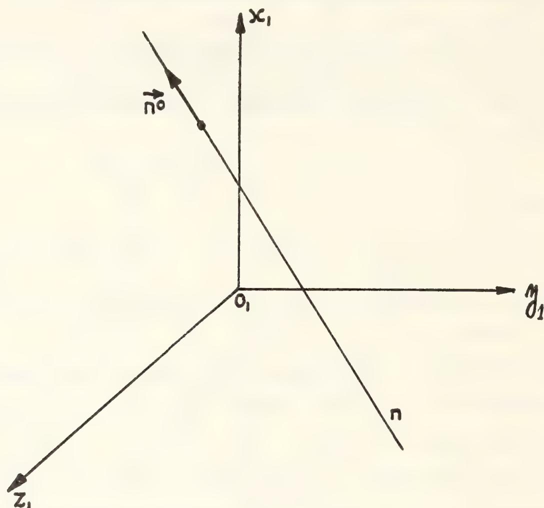


Fig. 4-7

4.1.12. *Ecuación del plano T_1 en el sistema $O_2x_2y_2z_2$*

Reemplazando en la (4-9c) las fórmulas de transformación (3-2), se tiene:

$$(d - x_2) + (y_2 \cos \varphi + z_2 \operatorname{sen} \varphi) \operatorname{tg} \theta_1 - R_1 = 0$$

de donde:

$$x_2 - \cos \varphi \operatorname{tg} \theta_1 \cdot y_2 - \operatorname{sen} \varphi \operatorname{tg} \theta_1 \cdot z_2 + R_1 - d = 0 \tag{4-24}$$

4.1.13. *Ecuación de la intersección "n" de los planos T_1 y T_2 en el sistema $O_2x_2y_2z_2$*

Dicha ecuación se obtiene por la reunión en un sistema de las (4-24) y (4-19b):

$$\begin{cases} x_2 - \cos\varphi \operatorname{tg}\theta_1 \cdot y_2 - \operatorname{sen}\varphi \operatorname{tg}\theta_1 \cdot z_2 + R_1 - d = 0 \\ x_2 - \operatorname{tg}\theta_2 \cdot y_2 - R_2 = 0 \end{cases} \qquad (4\text{-}25)$$

Mediante un razonamiento análogo al efectuado en el punto 4.1.11, los cosenos directores de "n" en el sistema $O_2x_2y_2z_2$ se obtienen a partir de los coeficientes directores del plano generador $N_2 = N_1$ en

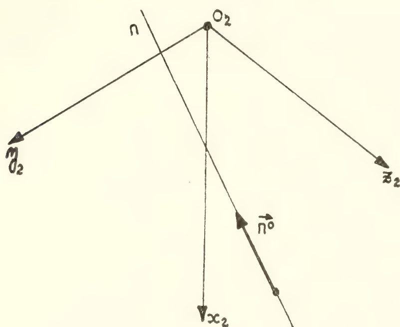


Fig. 4-8

dicho sistema de referencia. La inspección de la ecuación (4-11a) permite escribir entonces:

$$\begin{aligned} \cos\alpha_{n2} &= -\operatorname{sen}\theta_n \\ \cos\beta_{n2} &= -\cos\theta_n \cos\psi_2 \\ \cos\gamma_{n2} &= -\cos\theta_n \operatorname{sen}\psi_2 \end{aligned} \qquad (4\text{-}26)$$

Por razones de simplificación, se adoptarán de ahora en adelante los siguientes símbolos para la representación de dichos cosenos:

$$\alpha_{n2} \;,\; \beta_{n2} \;,\; \gamma_{n2} \qquad (4\text{-}27)$$

Los signos de la (4-26) provienen del hecho de que se ha adoptado para la orientación de la recta "n" el mismo vector unitario $\vec{n}^\circ$ definido cuando se estudió la misma cuestión en el sistema de referencia $O_1x_1y_1z_1$ (fig. 4-8).

4.1.14. *Intersección de la recta "n" con el plano $O_1x_1z_1$* (punto J_1)

En primer término se determinará las coordenadas del punto J_1 en el sistema de coordenadas $O_1x_1y_1z_1$ (fig. 4-9).

Dichas coordenadas se obtienen si en el sistema (4-21) se hace $y_1 = 0$, es decir:

$$\begin{cases} x_1 - R_1 = 0 \\ x_1 + \operatorname{tg}\theta_2 \cdot \operatorname{sen}\varphi \cdot z_1 + (R_2 - d) = 0 \end{cases}$$

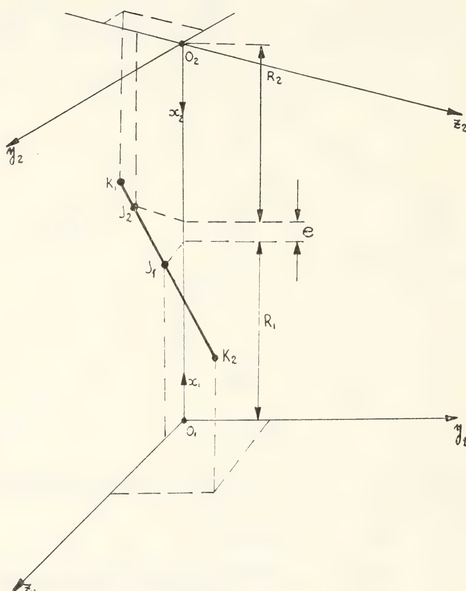


Fig. 4-9

Resolviendo el sistema se obtiene:

$$\text{Coordenadas de } J_1 \begin{cases} x_1 = R_1 \\ y_1 = 0 \\ z_1 = \dfrac{e}{\operatorname{tg}\theta_2 \cdot \operatorname{sen}\varphi} \end{cases} \qquad (4\text{-}28)$$

Las coordenadas de J_1 en el sistema $O_2x_2y_2z_2$ resultan de aplicar a las (4-28) las fórmulas de transformación (3-2), con lo cual se obtiene:

$$\text{Coordenadas de } J_2 \begin{cases} x_2 = d - R_1 \\ y_2 = \dfrac{e}{\operatorname{tg} \theta_2} \\ z_2 = \dfrac{-e}{\operatorname{tg} \theta_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi} \end{cases} \tag{4-29}$$

4.1.15. *Intersección de la recta "n" con el plano $O_2x_2z_2$ (punto J_2)*

Las coordenadas del punto J_2 (fig. 4-9) en el sistema $O_2x_2y_2z_2$ se determinan haciendo $y_2 = 0$ en las (4-25):

$$\begin{cases} x_2 - \operatorname{sen} \varphi \operatorname{tg} \theta_1 \cdot z_2 + R_1 - d = 0 \\ x_2 - R_2 = 0 \end{cases}$$

Resolviendo el sistema anterior, se obtiene:

$$\text{Coordenadas de } J_2 \begin{cases} x_2 = R_2 \\ y_2 = 0 \\ z_2 = -\dfrac{e}{\operatorname{sen} \varphi \operatorname{tg} \theta_1} \end{cases} \tag{4-30}$$

Empleando las fórmulas de transformación (3-1), resultan las coordenadas de J_2 en el sistema de referencia $O_1x_1y_1z_1$:

$$\text{Coordenadas de } J_2 \begin{cases} x_1 = d - R_2 \\ y_1 = \dfrac{-e}{\operatorname{tg} \theta_1} \\ z_1 = \dfrac{e}{\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \theta_1} \end{cases} \tag{4-31}$$

4.1.16. *Intersección de la recta "n" con el cilindro exterior de la rueda* 1 *(punto K_1)*

El cilindro exterior o cilindro de cabeza de la rueda 1 tiene un radio:

$$R_{c1} = R_1 + a_1$$

donde R_1 es el radio del cilindro primitivo y a_1 es la altura de la cabeza del diente. La ecuación de dicho cilindro en el sistema $O_1x_1y_1z_1$, es:

$$x_1^2 + y_1^2 = R_{c1}^2 \tag{4-32}$$

Las coordenadas del punto K_1 deben satisfacer simultáneamente a la (4-32) y a las ecuaciones del sistema (4-21). Despejando x_1 en la primera ecuación de dicho sistema, reemplazando en la (4-32) y despejando y_1, resulta:

$$y_1 = \frac{2R_1 \operatorname{tg} \theta_1 \pm \sqrt{4R_1^2 \operatorname{tg}^2 \theta_1 - 4 (\operatorname{tg}^2 \theta_1 + 1)(R_1^2 - R_{c1}^2)}}{2 (\operatorname{tg}^2 \theta_1 + 1)}$$

Haciendo provisoriamente:

$$g = \frac{R_{c1}}{R_1}$$

se obtiene:

$$y_1 = R_1 \cos^2 \theta_1 (\operatorname{tg} \theta_1 \pm \sqrt{g^2 \sec^2 \theta_1 - 1})$$

De la inspección de la figura 4-9 surge que el signo que corresponde adoptar es el signo menos. Siendo además:

$$g \sec \theta_1 = \frac{R_{c1}}{R_1 \cos \theta_1} = \frac{R_{c1}}{\rho_1}$$

Donde ρ_1 es el radio del cilindro base del helicoide H_1, se tiene finalmente:

$$y_1 = R_1 \cos^2 \theta_1 \left[\operatorname{tg} \theta_1 - \sqrt{\left(\frac{R_{c1}}{\rho_1}\right)^2 - 1} \right]$$

Reemplazando este valor de y_1 en la función:

$$x_1 = R_1 - \operatorname{tg} \theta_1 \cdot y_1$$

y transformando, resulta:

$$x_1 = R_1 \cos^2 \theta_1 \left[1 + \operatorname{tg} \theta_1 \sqrt{\left(\frac{R_{c1}}{\rho_1}\right)^2 - 1} \right]$$

Sustituyendo los valores ya obtenidos de y_1 y x_1 en la segunda ecuación del sistema (4-21):

$$x_1 + \operatorname{tg} \theta_2 \cos \varphi \cdot y_1 + \operatorname{tg} \theta_2 \operatorname{sen} \varphi \cdot z_1 + R_2 - d = 0$$

Operando algebraicamente y despejando z_1, se tiene:

$$z_1 = \frac{d - R_2 - R_1 \cos^2 \theta_1 \left[1 + \cos \varphi \operatorname{tg} \theta_1 \operatorname{tg} \theta_2 + (\operatorname{tg} \theta_1 - \cos \varphi \operatorname{tg} \theta_2) \sqrt{\left(\frac{R_{c1}}{\rho_1}\right)^2 - 1} \right]}{\cos \varphi \operatorname{tg} \theta_2}$$

Resumiendo, las coordenadas del punto K_1 en el sistema de coordenadas $O_1x_1y_1z_1$ están dadas por las expresiones:

$$\left\{\begin{aligned} x_1 &= R_1 \cos^2\theta_1 \left[1 + \operatorname{tg}\theta_1 \sqrt{\left(\frac{R_{c1}}{\rho_1}\right)^2 - 1}\right] \\ y_1 &= R_1 \cos^2\theta_1 \left[\operatorname{tg}\theta_1 - \sqrt{\left(\frac{R_{c1}}{\rho_1}\right)^2 - 1}\right] \\ z_1 &= \frac{d - R_2 - R_1\cos^2\theta_1 \left[1 + \cos\varphi \operatorname{tg}\theta_1 \operatorname{tg}\theta_2 + (\operatorname{tg}\theta_1 - \cos\varphi \operatorname{tg}\theta_2)\sqrt{\left(\frac{R_{c1}}{\rho_1}\right)^2 - 1}\right]}{\operatorname{sen}\varphi \operatorname{tg}\theta_1} \end{aligned}\right. \tag{4-33}$$

4.1.17. *Intersección de la recta "n" con el cilindro exterior de la rueda 2 (punto K_2)*

La ecuación del cilindro exterior o cilindro de cabeza de la rueda 2 en el sistema de coordenadas $O_2x_2y_2z_2$ es:

$$x_2^2 + y_2^2 = R_{c2}^2 \tag{4-34}$$

donde $R_{c2} = R_2 + a_2$ es el radio del cilindro exterior, siendo R_2 el radio del cilindro primitivo y a_2 la altura de cabeza del diente.

Las coordenadas del punto K_2 deben satisfacer simultáneamente a la (4-34) y a las ecuaciones del sistema (4-25). Recorriendo un itinerario de cálculo en un todo paralelo al seguido en el punto (4.1.16) para calcular las coordenadas del punto K_1, se deducen los siguientes valores para las coordenadas del punto K_2:

$$\left\{\begin{aligned} x_2 &= R_2 \cos^2\theta_2 \left[1 + \operatorname{tg}\theta_2 \sqrt{\left(\frac{R_{c2}}{\rho_2}\right)^2 - 1}\right] \\ y_2 &= R_2 \cos^2\theta_2 \left[-\operatorname{tg}\theta_2 + \sqrt{\left(\frac{R_{c2}}{\rho_2}\right)^2 - 1}\right] \\ z_2 &= \frac{R_1 - d + R_2\cos^2\theta_2 \left[1 + \cos\varphi \operatorname{tg}\theta_1 \operatorname{tg}\theta_2 + (\operatorname{tg}\theta_2 - \cos\varphi \operatorname{tg}\theta_2)\sqrt{\left(\frac{R_{c2}}{\rho_2}\right)^2 - 1}\right]}{\operatorname{sen}\varphi \operatorname{tg}\theta_1} \end{aligned}\right. \tag{4-35}$$

donde ρ_2 es el radio del cilindro base del helicoide H_2.

4.1.18. *Longitud de la línea de engrane*

La línea de engrane del par dentado en cuestión está constituida por el segmento de la recta "*n*" limitado por los puntos K_1 y K_2. Su longitud puede calcularse en forma relativamente sencilla por la siguiente suma algebraica de segmentos parciales:

$$l = \overline{K_1J_1} + \overline{K_2J_2} - J_1J_2$$

donde los segmentos $\overline{K_1J_1}$, $\overline{K_2J_2}$ y $\overline{J_1J_2}$ pueden calcularse fácilmente a partir todos los elementos analíticos hasta ahora obtenidos. Se comenzará con el segmento K_1J_1. Para ello se determinará en primer lugar la distancia existente entre las proyecciones K_1' y J_1' de los

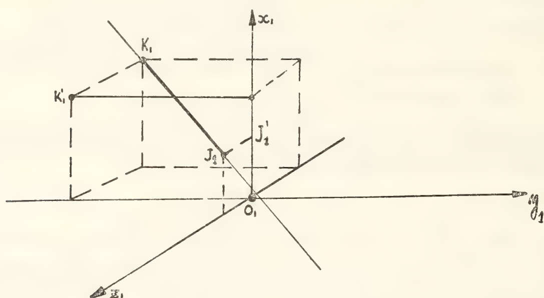


Fig. 4-10

puntos K_1 y J_1, respectivamente, sobre el plano $O_1x_1y_1$ del sistema de referencia $O_1x_1y_1z_1$. Es decir (fig. 4-10):

$$\overline{K_1'J_1'} = \sqrt{(x_{K1} - x_{J1})^2 + (y_{K1} - y_{J1})^2}$$

Recurriendo a las (4-28) y a las (4-35), y haciendo para simplificar:

$$m_1 = \sqrt{\left(\frac{R_{c1}}{\rho_1}\right)^2 - 1}$$

se tiene:

$$x_{K1} - x_{J1} = R_1 \cos^2 \theta_1 (1 + m_1 \operatorname{tg} \theta_1) - R_1 =$$
$$= R_1 \operatorname{sen} \theta_1 (m_1 \cos \theta_1 - \operatorname{sen} \theta_1)$$

de donde:

$$(x_{K1} - x_{J1})^2 = R_1^2 \operatorname{sen}^2 \theta_1 [m_1^2 \cos^2 \theta_1 + \operatorname{sen}^2 \theta_1 - 2m_1 \operatorname{sen} \theta_1 \cos \theta_1] =$$
$$= R_1^2 \operatorname{sen}^2 \theta_1 (\operatorname{sen}^2 \theta_1 + m_1 \cos^2 \theta_1) - 2R_1^2 m_1 \operatorname{sen}^3 \theta_1 \cos \theta_1$$

Procediendo análogamente para la coordenada y, resulta:

$(y_{K1} - y_{J1})^2 = R_1 \cos^2 \theta_1 (\operatorname{sen}^2 \theta_1 + m_1 \cos^2 \theta_1) - 2R_1^2 m_1 \cos^2 \theta_1 \operatorname{sen} \theta_1$

Sumando los cuadros calculados, se tiene:

$$(x_{K1} - x_{J1})^2 + (y_{K1} - y_{J1})^2 = R_1^2 (m_1 \cos \theta_1 - \operatorname{sen} \theta_1)^2$$

$$\therefore \overline{K_1'J_1'} = R_1 (m_1 \cos \theta_1 - \operatorname{sen} \theta_1)$$

Por otra parte, el ángulo que forma el segmento $\overline{K_1J_1}$ con su proyección $\overline{K_1'J_1'}$ sobre el plano $O_1x_1y_1$ es complementario del ángulo menor que 90° que forma la recta "n" (sostén del segmento $\overline{K_1J_1}$) con el eje z_1. Enconsecuencia se tendrá:

$$\cos (\widehat{\overline{K_1J_1}, \overline{K_1'J_1'}}) = \operatorname{sen} (\widehat{n, z_1}) = \sqrt{1 - \gamma_{n1}^2}$$

de donde:

$$K_1J_1 = \frac{K_1'J_1'}{\cos (\widehat{\overline{K_1J_1}, \overline{K_1'J_1'}})} = \frac{R_1 (m_1 \cos \theta_1 - \operatorname{sen} \theta_1)}{\sqrt{1 - \gamma_{n1}^2}}$$

Finalmente utilizando la tercera de las (4-22), se tiene:

$$\overline{K_1J_1} = \frac{R_1 (m_1 \cos \theta_1 - \operatorname{sen} \theta_1)}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_1}} \quad (4\text{-}36)$$

En cuanto al segmento K_2J_2, su longitud se obtiene mediante un proceso de cálculo idéntico al utilizado para K_1J_1, pero realizado en el sistema $O_2x_2y_2z_2$.

Se deduce así:

$$\overline{K_2J_2} = \frac{R_2 (m_2 \cos \theta_2 - \operatorname{sen} \theta_2)}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_2}} \quad (4\text{-}37)$$

Resta por calcular la longitud del segmento $\overline{J_1J_2}$. Ello puede realizarse con los elementos disponibles, indistintamente en el sistema $O_1x_1y_1z_1$ o en el $O_2x_2y_2z_2$. Se trabajará en el primero de ellos mediante un procedimiento análogo al empleado con los segmentos anteriores. Es decir:

$$\overline{J_1'J_2'} = \sqrt{(x_{J1} - x_{J2})^2 + (y_{J1} - y_{J2})^2}$$

Recurriendo a las (4-28) y (4-31):

$$\overline{J_1'J_2'} = \sqrt{[R_1 - (d - R_2)]^2 + \left(- \frac{e}{\operatorname{tg} \theta_1}\right)^2}$$

$$\therefore \quad \overline{J_1'J_2'} = \frac{e}{\operatorname{sen} \theta_1}$$

finalmente:

$$J_1J_2 = \frac{\overline{J_1'J_2'}}{\cos (\widehat{\overline{J_1J_2}\,,\,\overline{J_1'J_2'}})} = \frac{\overline{J_1'J_2'}}{\sqrt{1 - \gamma_{n1}^2}}$$

de donde:

$$\overline{J_1J_2} = \frac{e}{\operatorname{sen} \theta_1 \sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_1}} \qquad (4\text{-}38)$$

Mediante las (4-36), (4-37) y (4-38) se llega por último a la expresión de cálculo de la longitud de la línea de engfane:

$$l = R_1 \frac{m_1 \cos \theta_1 - \operatorname{sen} \theta_1}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_1}} + R_2 \frac{m_2 \cos \theta_2 - \operatorname{sen} \theta_2}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_2}} -$$

$$- \frac{e}{\operatorname{sen} \theta_1 \sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_1}} \qquad (4\text{-}39)$$

donde, como siempre:

$$m_i = \sqrt{\left(\frac{R_{ci}}{\rho_i}\right) - 1} \qquad i = 1, 2$$

(Continuará)

ESTUDIO DE LA SENSIBILIDAD «IN VITRO» DE «TORULOPSIS GLABRATA» A LOS ANTIBIOTICOS Y QUIMIOTERAPICOS ANTIFUNGICOS

POR EL DR. RICARDO NEGRONI

(Centro de Micología de la Cátedra de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Buenos Aires).

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió la acción fungostática "in vitro" de diversos antibióticos y quimioterápicos antifúngicos sobre 15 cepas de *Torulopsis glabrata*, demostrándose la eficacia de Anfotericina B, Nistatina, Actidione, Pimaricina y Clordantoina, así como la ineficacia de la Griseofulvina. Las 10 cepas de *Candida* estudiadas comparativamente, resistieron a la ciclohexímida (actidione) en la concentración de 32 μg/ml.

SUMMARY

We have carried out the study of the following antibiotic and chimiotherapic agents: Amphotericin B, Nystatin, Actidione, Pimaricin and Chlordantoin which have demostrated a clear fungistatic action "in vitro", on 15 strains of *Torulopsis glabrata*. The ten strains of *Candida* studied, were resistant to cycloheximide at the concentration of 32 μg/ml.

INTRODUCCION

Torulopsis glabrata es un hongo levaduriforme, pequeño, aislado por primera vez por Anderson en 1917, de heces humanas.

Se caracteriza por formar un micelio unicelular brotante de 3 a 4 μ de largo por 1 a 2 μ de ancho, no produce seudomicelio ni clamidosporos. Carece de endosporos y fermenta fuertemente las monosas y la trehalosa.

En la superficie de los medios sólidos forma colonias blanquecinas, barnizadas, pequeñas que, con el tiempo, se tornan ligeramente grisáceas. En medio líquido forman depósito, no produciendo película ni anillo.

Su poder patógeno ha sido objeto de numerosos estudios en los últimos años, debido a su hallazgo cada vez más frecuente en materiales humanos.

Estos trabajos permiten afirmar que *Torulopsis glabrata* es un patógeno oportunista, que sólo ejerce una acción nociva sobre el huésped cuando éste le proporciona ciertas condiciones favorables



Fig. 1. — Aspecto microscópico de *Torulopsis glabrata*. Preparación montada en tinta China

para su desarrollo exagerado, diabetes, tratamiento con antibióticos, corticoides y citostáticos.

En el hombre puede hallarse como saprofito en la uretra, vagina, apéndice, bilis y materias fecales.

En el ratón infectado experimentalmente tiene la particularidad de producir granulomas indistinguibles histológicamente de los determinados por *Histoplasma capsulatum.*

Recientemente he aislado 3 cepas de *Torulopsis glabrata* de casos humanos.

La primera de ellas fue obtenida de cuatro hemocultivos, provenientes de una paciente con un cuadro septicémico, que curó merced al tratamiento con Anfotericina B. La segunda cepa fue aislada de una paciente de 69 años, que presentaba un padecimiento intestinal de 7 años de evolución, con pequeños despeños

diarreicos y raras enterorragias. Tenía como causas predisponentes una diabetes descompensada y había sido tratada reiteradamente con antibióticos antibacterianos. El cuadro clínico mejoró con la compensación de la diabetes y el tratamiento con Nistatina por vía oral. La tercera cepa se aisló del lavado bronquial de un

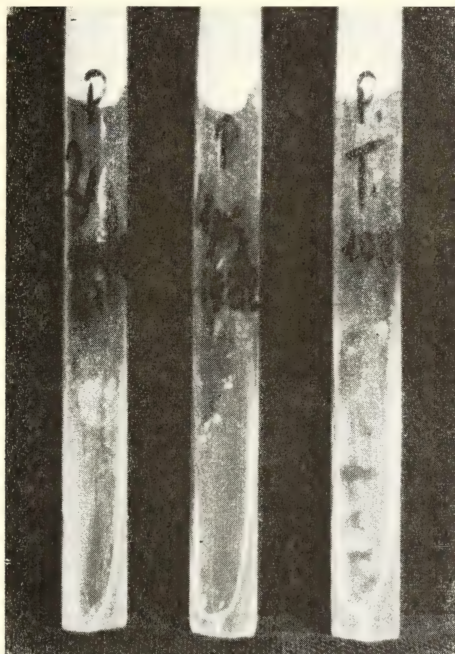


Fig. 2. — Inhibición del desarrollo de *T. glabrata* (cepa 1082, Recife) frente a la concentración de 4ug de pimaricina/ml. T ; tubo testigo sin antibiótico

enfermo de 75 años, con un carcinoma broncopulmonar epidermoide, tratado con citostáticos.

El haber encontrado dos casos en los cuales *Torulopsis glabrata* ejercía una acción patógena definida y ante la posibilidad de nuevos hallazgos me pareció oportuno realizar un estudio *in vitro* sobre su comportamiento frente a los antibióticos y quimioterápicos antifúngicos más conocidos.

Este trabajo tiene por objeto servir como guía al médico en el tratamiento de afecciones causadas por este hongo.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron para realizar este trabajo quince cepas de *Torulopsis glabrata*, cuya procedencia se consigna a continuación:

1675, 26: Cepa aislada de hemocultivo de la paciente M. A.
1675, 27: Cepa aislada de materias fecales de la paciente C. M.
1675, 28: Cepa aislada de lavado bronquial del paciente F. R.
1675, 30: Cepa 2418, del Inst. Botánico de Lisboa.
1675, 31: Cepa 2509, del Inst. Botánico de Lisboa, aislada del hígado de un elefante.
1675, 32: Cepa 3109, del Instituto Botánico de Lisboa, aislada de un animal doméstico en Alemania.
1675, 33: Cepa 3121, del Inst. Botánico de Lisboa, aislada de orina.
1675, 34: Cepa 3122, del Inst. Bot. de Lisboa, aislada de orina.
1675, 35: IMUR. Cepa 938. Recife.
1675, 36: IMUR. Cepa 943. Recife.
1675, 37: IMUR. Cepa 955. Recife.
1675, 38: IMUR. Cepa 959. Recife.
1975, 39: IMUR. Cepa 1082. Recife.
1975, 40: I.H.M. 1102. Aislado por López Fernández, de apéndice.
1975, 41: I.H.M. 1110. Aislado por Benham 1949.

A fin de verificar el diagnóstico se realizó un estudio morfológico y bioquímico de las cepas.

Se utilizaron los siguientes antibióticos y quimioterápicos antifúngicos: Anfotericina B, Nistatina, Cicloheximida, Pimaricina y Clordantoína.

Medios de cultivo

Se efectuaron antibiogramas por el método de diluciones seriadas en medio sólido y líquido; para ello se utilizó como medio base el caldo extracto de carne solo o adicionado de agar en el caso del medio sólido.

Su composición exacta es la siguiente:

Medio líquido:

Extracto de carne	3 gr
Peptona	5 gr
Cloruro de sodio	5 gr
Agua destilada	1000 ml

Medio sólido:

Extracto de carne	3 gr
Peptona	5 gr
Cloruro de sodio	5 gr
Agar	20 gr
Agua destilada	1000 ml

Se llevaron a pH 7 y se esterilizaron en autoclave a 120° C durante 15 minutos. Se repartieron 4,5 cm^3 de medio en cada tubo y en el momento de ser usado se le adicionó 0,5 cm^3 de una solución al 10 % de glucosa esterilizada.

Las soluciones de antibióticos se prepararon del siguiente modo: las de Pimaricina, Anfotericina B, Griseofulvina y Nistatina en alcohol absoluto ligeramente acidulado con ClH N (normal), a razón de 1 mg de cada droga por ml.

La de Clordantoína fue preparada al 1 % en alcohol absoluto y la de cicloheximida al 1 % en agua destilada. Todas estas soluciones fueron esterilizadas por filtración. En todas ellas las concentraciones finales utilizadas fueron: 2, 4, 8, 16 y 32 $\mu g/ml$.

El modo de realizar la siembra de los gérmenes fue el siguiente: se efectuó una suspensión de cada cepa en solución fisiológica estéril y se llevó a una opacidad equivalente al nº 3 de la escala de Mac Farland, sembrándose a continuación 0,1 cm^3 de esta suspensión en cada tubo, incluyéndose en cada caso un testigo sin antibiótico. Se anotó como ++ el desarrollo máximo obtenido en el testigo, como + a crecimientos mínimos y como negativo (—) a la ausencia total de desarrollo.

Las lecturas fueron realizadas a las 24 horas y a los 4 días de incubación a 37° C, siendo los resultados coincidentes en general. En todos los antibióticos probados se utilizó además una cepa de *Candida albicans*, para poder poseer una comparación de la eficacia de los antibióticos frente a ambos gérmenes. En el caso particular de la cicloheximida, se estudiaron 10 cepas de *Candida* con miras a profundizar el estudio de su sensibilidad *in vitro* frente a este antibiótico.

Antibiótico	ug/ml	*Torulopsis glabrata*			*Candida*
Anfotericina B	2	I : 1675, 35 ; 1675, 37 ;	V : 1675, 31 ; 1675, 39 y 1675, 41 ;	R : 10/15	R
	4	I : 11/15	V : 1675, 26 ; 1675, 28 ; 1675, 31 y 1675, 34	R : 0	V
	8	I : 15/15		R : 0	I
Nistatita..............	2	I : 1675, 27 y 1675, 40 ;	V : 1675, 33 y 1675, 41	R : 11/15	I
	4	I : 11/15	V : 1675, 31 R : 1675, 35 ; 37 ; 38	R : 3/15	I
	8	I : 15/15		R : 0	I
Pimaricina............	2	I : 0	V : 1675, 34, 35, 36, 37 y 38	R : 10/15	R
	4	I : 15/15	V : 5/15	R : 0	V
	8	I : 15/15	V : 0	R : 0	I
Clordantoína..........	2	I : 1675, 38	V : 1675, 30	R : 13/55	R
	4	I : 14/15	V : 1675, 31	R : 0	I
	8	I : 15/15	V : 0	R : 0	I
Cicloheximida.........	2	I : 6/15	V : 8/15	R : 1875, 26	R : 10/10
	4	I : 15/15	V : 0	R : 0	R : 10/10
	8	I : 15/15	V : 0	R : 0	R : 10/10

Explicación de los signos : I : inhibición del desarrollo ; V : resultados variables ; R : resistencia a la droga ; 15 : número total de cepas de *T. glabrata* estudiadas ; 10 : número de cepas de *Candida* ; 1675, 26 a 41 : número de cultivos de *T. glabrata*.

Especies de "Candida" utilizadas

3043: *Candida albicans*
592: *Candida albicans*
558: *Candida albicans*
593: *Candida albicans*
F: *Candida albicans*
1682 M: *Candida albicans*
594: *Candida brumptii*
598: *Candida guillermondi*
599,3: *Candida stellatoides*
599,4: *Candida stellatoides*

CONCLUSIONES

Torulopsis glabrata es un hongo muy sensible a los antibióticos antifúngicos poliémicos, tanto al grupo de los tetraenos (Nistatina y Pimaricina), como al de los heptaenos (Anfotericina B), la dosis inhibitoria mínima para todos estos antibióticos osciló alrededor de los 4 μg/ml.

La cicloheximida (Actidione) mostró un poder inhibidor más intenso, pues la mayoría de las cepas no desarrollaron en la concentración de 2 μg/ml. La acción *in vitro* del Actidione es de particular interés teórico y práctico; en efecto, los estudios comparativos con varias especies de *Candida* revelaron que estas últimas resisten aún la concentración de 32 μg/ml ensayada, siendo por consiguiente éste un carácter diferencial entre ambos géneros de hongos.

Dado que el Actidione es un antibiótico activo sobre los hongos saprófitos, estos resultados concuerdan con el carácter de comensal o patógeno oportunista que posee *Torulopsis glabrata.*

Los estudios efectuados con Griseofulvina demostraron una vez más la carencia de acción inhibidora de este antibiótico sobre los hongos levaduriformes; en esta oportunidad se observó su incapacidad para impedir el desarrollo de las cepas de *Torulopsis glabrata* y *Candida albicans* en las concentraciones empleadas.

La clordantoína (triclorometilhidantoinato de sodio), agente quimioterápico, reveló poseer *in vitro* una efectividad comparable a la de los antibióticos poliénicos.

BIBLIOGRAFIA

1. Artagaveytía Allende, Ricardo C. "Contribución al conocimiento de *Torulopsis glabrata*" (Anderson 1917), Loedder y De Vries, 1938. An. Fac. Med., Montevideo, 37, 467-469, 1952.
2. Artagaveytía Allende, Ricardo C. y Silveira, J. S. *Torulopsis glabrata:* contribución al conocimiento de su habit. Publ. Inst. Micología Univ. Recife, n.º 149, 1962.
3. Artagaveytía Allende, R. C. y Silveira, J. S. *Torulopsis glabrata.* Su aislamiento en diversas fuentes humanas. Ciencias Mex. 21 : 59. 1961.
4. Black, R. A. y Fisher, C. V. Cryptococci bronchopneumonia. Amer. Jour. Dis of Children, 54, 81. 1937.
5. Guze, L. B. y Haller, L. O. Fungus infection of the urinary tract. (Yale) J. Biol. Méd. 30, 292, 1958.
6. Hasenclever, H. F. y Mitchell, W. O. Pathogenesis of *Torulopsis glabrata* in phisiologically altered maice. Sabouraudia J. of International Society of Human And Animal Mycology, 2, 87. 1962.
7. Kaffka, A., Rieth, H. & Ritschel, E. Die Empfindlichkeit von *Torulopsis glabrata* gegen Nystatin in vitro. ZBl. f. Bakt., Orig. 185 (1), 120-128, 1962.
8. Lodder, J. y De Vries, H. F. Some notes of *Torulopsis glabrata* (Anderson), nov. comb., Mycopathology, 1, 98. 1938.
9. López Fernández, J. R. Acción patógena experimental de la levadura *Torulopsis glabrata* (Anderson 1917). De Vries 1938, productora de lesiones semejantes a la Histoplasmosis. An. Fac. Med. Montevideo, 37, 470-483, 1952.
10 Louria, D. B., Greemberg, S. M. y Molander, D. W. Fungemia caused by certain non-pathogenia strain of the family Cryptococcadeae. Report of two cases due tu Rhodotorula and *Torulopsis glabrata.* England Journ. of Medicin, 263, 1281. 1960.
11. Negroni, Pablo. Valor comparativo de las reacciones biológicas en las moniliasis cutaneomucosas. Rev. de la Soc. Arg. de Biol., 11 (4). 1933.
12. Negroni, Pablo y Daglio, C. A. N. Sensibilidad de *Candida* y *Torulopsis* a la Cicloheximide (Actidione). Anales Soc. Científica Argentina, 173, E. 3 y 4, 69-72, marzo-abril 1962.
13. Negroni, Ricardo, Obrutsky, Clara W. de y González, Roberto H. Estudio de un caso de septicemia por *Torulopsis glabrata.* AMA, 79, nº 7, 438-442, sept. 1965.
14. Paut, A. Human infection with *Criptococcus glabratus.* Report of a case envolving uterus and fallopian tube. Am. Journ. Clin. Path., 1950, 20, 377.
15. Wickerham, L. J. Apparent increase in frecuency of infections involving *Torulopsis glabrata.* J. Amer. Ass., 165, 47. 1957.

BIBLIOGRAFIA

Tardieu, Suzanne. « *La vie domestique dans le Mâconnais rural préindustriel* », Université de París, Institut d'Ethnólogie, 1964, 525 páginas.

La autora ha elegido el Mâconnais, en Francia, para su trabajo, en razón de constituir una región suficientemente representativa y con una diversidad de fisonomías, geográficas y económicas, apropiadas para un análisis de los diversos aspectos de una civilización doméstica.

Luego de definido el tópico, se estudia la habitación y el mobiliario entre 1674 y 1863, las funciones domésticas y sus enseres (calefacción, agua, iluminación, alimentos, trabajos y tareas domésticas y veladas), fabricación de enseres domésticos, aspectos ideológicos (actividades domésticas con relación a las épocas de la vida y características estéticas de la arquitectura, mobiliario y objetos), las transformaciones impresas por el período industrial y una nomenclatura. La parte final del libro está constituida por numerosas fotografías y dibujos de enseres del hogar. — *Emilio L. Díaz.*

Barrow, Gordon M. « *Physical Chemistry* », 2ª edición, Mc Graw-Hill Co., New York, 1966, 843 páginas, con gráficos e ilustraciones.

Es una obra de características didácticas, sumamente clara en la explicación de los conceptos, escrita de manera llana y con numerosos ejemplos y problemas. Al final de cada capítulo se incluyen referencias a los libros y trabajos, de otros autores, que hacen a los temas tratados.

Dice el autor que "la química física es el estudio del mundo molecular en si mismo y la interpretación de las propiedades macroscópicas y del comportamiento, en términos de las propiedades particulares de las moléculas y de su manera de conducirse". El aparato matemático ha sido limitado a lo indispensable.

Los títulos de los diferentes capítulos son: Propiedades de los gases; La teoría cinética de los gases; Introducción a la estructura atómica y molecular; Las energías de los conjuntos de moléculas, el enfoque molecular; La primera ley de la termodinámica; Termoquímica; La entropía y la segunda y tercera ley de la termodinámica; Energía libre y equilibrio químico; Entropía, energía libre y equilibrio químico, el enfoque molecular; Introducción a la teoría de la unión química; La naturaleza de la unión en los compuestos químicos; Estudio experimental de la estructura molecular, métodos espec-

troscópicos; Estudio experimental de la estructura molecular, métodos de difracción; Estudio experimental de las propiedades eléctricas y magnéticas de las moléculas; Velocidad y mecanismo de las reacciones químicas; Líquidos; Cristales; Equilibrio de fase; Termodinámica de las soluciones de no-electrolitos; Las propiedades coligativas; La naturaleza de los electrolitos en solución; La termodinámica de las soluciones de electrolitos; La fuerza electromotriz de las células químicas; Adsorción y catálisis heterogéneas; Macromoléculas; y cuatro apéndices. En resumen, se trata de una obra muy actualizada y muy interesante. — *Emilio L. Díaz.*

PAQUES, VIVIANA. « *L'arbre cosmique dans la pensée populaire et dans la vie quotidienne du nord-ouest africain* », Institut D'Ethnólogie, Musée de L'Homme, Place du Trocadéro (16°), París, 1964, 702 páginas, con ilustraciones.

La autora ha estudiado el substratum religioso-cultural de los africanos de la región noroeste y oeste del continente negro, y también el efecto de la civilización blanca (fundamentalmente árabe) sobre la concepción metafísica y de la vida diaria de los africanos traídos a su medio.

Dice que todo ocurre como si los africanos hubieran ideado un sistema cosmogónico coherente, del cual se desprenden leyes que determinan la organización territorial y reglas para el funcionamiento de la sociedad, y agrega: "pero este sistema, aun cuando consecuencia del conocimiento profundo de leyes naturales, ordena estas leyes según criterios diferentes de los que nosotros acostumbramos a utilizar y tiene en cuenta, en especial, realidades invisibles que nosotros descartamos sistemáticamente en nuestras observaciones científicas".

Los ritos de iniciación están destinados a dar aptitud a los niños para comprender el significado profundo de lo que se presenta a sus ojos y la enseñanza se realiza mediante cuentos y parábolas, de las cuales el neófito debe extraer analogías. Nunca se recurre al método discursivo, que es regla en nuestra civilización.

El sistema común (con variaciones menores) que gobierna la vida espiritual y material de los africanos (cuyo contenido sexual es evidente) indica, en esencia, la creación del mundo hecha por Dios mediante la explosión de una estrella, de cuya matriz salió una serpiente triple. La estrella dio nacimiento a otras seis. Un héroe decapitó la serpiente y ello fue el preludio de todas las circuncisiones y luego descendió a la tierra por el árbol cósmico, formado por el cuerpo de la serpiente decapitala; este árbol es el camino de las almas y de las aguas fecundantes. El héroe es llevado luego a la ocasión de un segundo sacrificio de la serpiente, que fue preludio de todos los matrimonios. Estos sucesos míticos se produjeron en un punto determinado del cielo, en el momento en que el sol se encuentra en cierta posición relativa respecto a Canopus (para la explosión) y a las Pléyades (para los sacrificios).

Se trata de una obra muy interesante para los antropólogos. Los ambientes estudiados incluyen: Fezán, el Tidikelt, el Malí, Tombuctú, Túnez y las hermandades de esclavos negros en el Africa del Norte. — *Emilio L. Díaz.*

Correo Argentino Central « B »
Franqueo pagado
Concesión Nº 1186
Tarifa reducida
Concesión Nº 6247

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

DIRECTOR : Cap. de Navío (R. E.) EMILIO L. DIAZ

SETIEMBRE-OCTUBRE 1966 — ENTREGAS III-IV — TOMO CLXXXII

SUMARIO

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1966

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

SOCIOS HONORARIOS

Ing. Enrique Butty
Dr. Bernardo A. Houssay
Dr. Alfredo Sordelli
Dr. Selman Waksman
Dr. Florentino Ameghino †
Dr. Valentín Balbín †
Ing. Santiago E. Barabino †
Dr. Carlos Berg †
Dr. Germán Burmeister †
Ing. Vicente Castro †
Ing. Enrique Chanourdie †
Dr. Carlos Darwin †
Dr. Alberto Einstein †
Dr. Enrique Ferri †
Dr. Angel Gallardo †
Dr. Benjamín A. Gould †
Dr. Cristóbal M. Hicken †
Dr. Eduardo L. Holmberg †
Ing. Luis A. Huergo †
Ing. Eduardo Huergo †
Dr. Mario Isola †
Dr. Juan J. J. Kyle †
Dr. César Lombroso †
Ing. Guillermo Marconi †
Dr. J. Mendizábal Tamborel †
Dr. Walter Nernst †
Dr. R. A. Phillippi †
Dr. Guillermo Rawson †
Dr. Carlos Spegazzini †
Dr. Pedro Visca †
Dr. Estanislao S. Zeballos †

JUNTA DIRECTIVA
(1965-1966)

Presidente........................ Ing. José S. Gandolfo
Vicepresidente 1º................ Dr. Andrés O. M. Stoppani
Vicepresidente 2º................ Dr. César A. de la Vega
Secretario........................ Ing. Agr. Eduardo Pous Peña
Prosecretario.................... Dr. Aldo R. J. Paoli
Tesorero.......................... Ing. Ricardo R. Hertig
Bibliotecario.................... Dr. Ernesto Longobardi
Vocales Titulares: Ing. Guido C. Belzoni
Clmte. Luis M. Iriart
Ing. Nicolás Konzewitsch
Dr. Fernando Modern
Ing. Roberto J. Ottonello
Ing. Edmundo Parodi
Agrim. Antonio M. Saralegui
Dr. Andrés O. M. Stoppani
Dr. Máximo Valentinuzzi
Vocales Suplentes: Dr. Horacio H. Camacho
Dr. José M. de la Barrera
Cap. de Fragata Luis M. de la Canal
Ing. Américo P. De Michino
Ing. Luis M. Gotelli
Dr. Martiniano Leguizamón Pondal

SECCIONES DEL INTERIOR
Comisión Directiva

San Juan

Presidente
Doctor Indalecio Carmona Ríos
Vicepresidente
Ingeniero Fernando Volponi
Secretario
Doctor Pablo A. Del Carril
Tesorero
Cont. Púb. Duilio S. Graffigna
Vocales
Ingeniero Ramón Ruiz Bates
Ingeniero Federico Rocha
Doctor Antonio Aguilar

Santa Fe

Presidente
Ing. Quím. Emilio A. Vergara
Vicepresidente
Ing. Quím. Nemesio de la Puente
Secretario
Ing. Quím. Juan A. Retamar
Tesorero
Ing. Quím. Enrique A. Virasoro
Vocal
Ing. Quím. Guillermo Berraz

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Art. 10 del Reglamento de los « ANALES » (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de Septiembre de 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los « Anales », serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director.

Impreso en Imprenta Coni - Perú 684 - Buenos Aires - República Argentina

SERIE I, CIENCIAS, Nº 7

MECANICA ANALITICA DE LOS ENGRANAJES HELICOIDALES ENTRE EJES ALABEADOS

Por el Ingº EITEL H. LAURIA

(Profesor Asociado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires).

(Conclusión)

4.1.19. *Duración de engrane*

La forma más sencilla de calcular en el caso presente la duración de engrane (o grado de recubrimiento o razón de contacto) es mediante el cociente de la longitud de la línea de engrane por el *paso base normal*, o sea:

$$s = \frac{l}{t_n \cos \theta_n} \tag{4-40}$$

donde t_n es el *paso primitivo normal.*

Recordando que l está integrado por una suma algebraica de segmentos, puede darse a la expresión matemática de la duración de engrene una forma muy interesante.

Para ello se hace:

$$\xi = \frac{\overline{K_1 J_1}}{t_n \cos \theta_n} = \frac{R_1}{t_n} \frac{m_1 \cos \theta_1 - \operatorname{sen} \theta_1}{\cos \theta_n \sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_1}}$$

y siendo M_n el módulo normal del diente y n_1 el número de dientes de la rueda 1, se tiene:

$$\frac{R_1}{t_n} = \frac{M_n \cdot n_1}{2 \cos \psi_1 \cdot \pi \cdot M_n} = \frac{n_1}{2\pi \cos \psi_1}$$

de donde

$$\xi_1 = \frac{n_1}{2\pi} \cdot \frac{m_1 \cos \theta_1 - \operatorname{sen} \theta_1}{\cos \psi_1 \cos \theta_n \sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_1}}$$

y haciendo:

$$\Phi_1 = \frac{1}{2\pi} \frac{m_1 \cos \theta_1 - \operatorname{sen} \theta_1}{\cos \psi_1 \cos \theta_n \sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_1}} \tag{4-41}$$

resulta:

$$\xi_1 = n_1 \cdot \Phi_1 \tag{4-42}$$

en forma análoga puede obtenerse:

$$\xi_2 = \frac{\overline{K_2 J_2}}{t_n \cos \theta_n} = n_2 \, \Phi_2 \tag{4-43}$$

con:

$$\Phi_2 = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{m_2 \cos \theta_2 - \operatorname{sen} \theta_2}{\cos \psi_2 \cos \theta_n \sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_2}} \tag{4-44}$$

Resta por definir:

$$\xi_{12} = \frac{\overline{J_1 J_2}}{t_n \cos \theta_n} = \frac{e}{t_n} \cdot \frac{1}{\cos \theta_n \operatorname{sen} \theta_1 \sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_1}}$$

Llamando:

$$\varepsilon = \frac{e}{M_n}$$

se tiene:

$$\frac{e}{t_n} = \frac{\varepsilon}{\pi}$$

y haciendo:

$$\Phi^* = \frac{1}{\pi} \frac{1}{\cos \theta_n \operatorname{sen} \theta_1 \sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_1}} \tag{4-45}$$

resulta:

$$\xi_{12} = \varepsilon \cdot \Phi^* \tag{4-46}$$

La nueva expresión que se logra para la duración de engrane partiendo de:

$$s = \frac{l}{t_n \cos \theta_n} = \frac{\overline{K_1 J_1} + \overline{K_2 J_2} - \overline{J_1 J_2}}{t_n \cos \theta_n}$$

es:

$$s = \xi_1 + \xi_2 - \xi_{12} \tag{4-47a}$$

o también:

$$s = n_1 \, \Phi_1 + n_2 \, \Phi_2 - \varepsilon \Phi^* \tag{4-47b}$$

Las funciones de distinto índice Φ_1 y Φ_2, pero de forma idéntica, permiten definir de modo más general una función Φ dada por:

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{m \cos\theta - \operatorname{sen}\theta}{\cos\psi \cos\theta_n \sqrt{1 - \cos^2\theta_n \operatorname{sen}^2\psi}} \qquad (4\text{-}48)$$

La (4-48) con el concurso de la ya empleada expresión:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{\operatorname{tg}\theta_n}{\cos\psi}$$

resulta función de las tres variables $\frac{R_c}{\rho}$, ψ y θ_n. Sobre esta base se ha procedido a la computación digital electrónica (IBM 1401) de la función Φ. Los resultados de dicha computación se han traducido en un conjunto de cinco tablas a doble entrada, cada una de las cuales responde a un determinado valor del ángulo de presión normal θ_n. Estos valores son:

$$\theta_n = 15^\circ \qquad \theta_n = 17^\circ 30'$$

$$\theta_n = 20^\circ \qquad \theta_n = 22^\circ 30' \qquad \theta_n = 25^\circ$$

La Tabla I sólo es parte de ese conjunto, pues comprende la tabla correspondiente a $\theta_n = 20^\circ$. Las restantes tablas, dado que son de uso menos frecuente, no se publican por obvias razones de espacio. No obstante, una copia de las mismas puede consultarse en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

En cada una de las tablas las dos variables de entrada son, en consecuencia, R_c/ρ y ψ. Para R_c/ρ se tomaron los valores de la serie aritmética de razón 0,03 cuyo primer término es el número uno (1) y el último 1.30. Para ψ se adoptaron dos series aritméticas de valores. La primera, de razón cinco (5°), tiene como primer término 0° y último término 50°. La segunda serie, de razón uno (1°), tiene como primero y último términos, 50° y 85°, respectivamente. Se justifica tal proceder en la circunstancia de que:

$$\lim_{\psi \to 90^\circ} \Phi = \infty$$

y en consecuencia para los valores mayores del ángulo de inclinación, variando muy rápidamente la función, es necesario tomar incrementos más pequeños de la variable a los efectos de mantener los errores de interpolación en un nivel aceptable. En resumen, las series adop-

tadas para R_c/ρ y ψ resultan suficientemente comprensivas de una gran cantidad de casos prácticos.

En cuanto a la función Φ^* es susceptible de transformación y simplificación adicional antes de someterla a la tabulación. En efecto, siendo:

$$\Phi^* = \frac{1}{\pi} \frac{1}{\cos \theta_n \operatorname{sen} \theta_1 \sqrt{1 - \cos^2 \theta_n \operatorname{sen}^2 \psi_1}}$$

y

$$\operatorname{sen} \theta_1 = \frac{\operatorname{tg} \theta_1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \theta_1}} = \frac{\operatorname{tg} \theta_n}{\sqrt{\cos^2 \psi_1 + \operatorname{tg}^2 \theta_n}}$$

sustituyendo y operando, resulta finalmente:

$$\Phi^* = \frac{1}{\pi \operatorname{sen} \theta_n \cos \theta_n} \qquad (4\text{-}49)$$

Los valores de Φ^* correspondientes a los valores usuales de θ_n se indican en la tabla II.

Ejercicio numérico de aplicación

Con el objeto de ejemplificar el uso de las funciones Φ mediante el empleo de la tabla I se desarrollará un ejercicio numérico con los datos siguientes:*

$$M_n = 4 \qquad \theta_n = 20^\circ \qquad e = 0$$
$$\varphi = 60^\circ \qquad \psi_1 = 40^\circ \qquad \psi_2 = 20^\circ$$
$$n_1 = 10 \text{ dientes} \qquad n_2 = 32 \text{ dientes}$$

Los cálculos referentes a la rueda 1 son los siguientes:

$$M_1 = \frac{M_n}{\cos \psi_1} = \frac{4}{0{,}76604} = 5{,}2217$$

$$2R_1 = n_1 M_1 = 52{,}217 \text{ mm}$$

$$R_1 = 26{,}1085 \text{ mm}$$

$$\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{\operatorname{tg} \theta_n}{\cos \psi_1} = \frac{0{,}36397}{0{,}76604} = 0{,}47513$$

* Los datos son los del ejercicio expuesto por G. Chabert en el trabajo del que es autor publicado en el *Boletín Nº 29* de la Societé d'Etudes de l'Industrie de l'Engrenage (Francia).

$$\theta_1 = 25°24'46''$$

$$\rho_1 = R_1 \cos \theta_1 = 23{,}5820 \text{ mm}$$

$$R_{c1} = R_1 + M_n = 30{,}1085 \text{ mm}$$

$$\frac{R_{c1}}{\rho_1} = 1{,}277$$

De la tabla I correspondiente a $\theta_n = 20°$ y con los valores:

$$\psi_1 = 40°$$

$$\frac{R_{c1}}{\rho_1} = 1{,}277$$

se obtiene interpolando: $\Phi_1 = 0{,}0800$
Resulta entonces:

$$\xi_1 = n_1 \, \Phi_1 = 0{,}800$$

Para la rueda 2 los cálculos son los siguientes:

$$M_2 = \frac{M_n}{\cos \psi_2} = \frac{4}{0{,}93969} = 4{,}2568$$

$$2R_2 = n_2 \cdot M_2 = 136{,}2176 \text{ mm}$$

$$R_2 = 68{,}1088 \text{ mm}$$

$$\operatorname{tg} \theta_2 = \frac{\operatorname{tg} \theta_n}{\cos \psi_2} = \frac{0{,}36397}{0{,}93969} = 0{,}38733$$

$$\theta_2 = 21°10'23''$$

$$\rho_2 = R_2 \cos \theta_2 = 63{,}5114 \text{ mm}$$

$$R_{c2} = R_2 + M_n = 72{,}1088 \text{ mm}$$

$$\frac{R_{c2}}{\rho_2} = 1{,}135$$

De la tabla I para $\theta_n = 20°$ y con los valores:

$$\psi_2 = 20°$$

$$\frac{R_{c2}}{\rho_2} = 1{,}135$$

Se obtiene interpolando:

$$\Phi_2 = 0{,}0265$$

TABLA I

$\theta_n = 20°$. Valores de Φ

$\frac{R_c}{\rho}$	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	1.24	1.27	1.30	$\frac{R_c}{\rho}$
ψ												
0 ...	—0.0579	—0.0187	—0.0020	0.0111	0.0223	0.0325	0.0418	0.0505	0.0588	0.0667	0.0743	
5 ...	—0.0585	—0.0190	—0.0022	0.0110	0.0223	0.0325	0 0418	0.0506	0.0589	0.0669	0.0746	
10 ...	—0.0604	—0.0201	—0.0029	0.0105	0.0220	0.0324	0.0420	0.0510	0.0595	0.0676	0.0754	
15 ...	—0.0637	—0.0220	—0.0043	0.0096	0.0216	0.0323	0.0422	0.0515	0.0603	0.0687	0.0768	
20 ...	—0.0687	—0.0249	—0.0063	0.0082	0.0208	0.0320	0.0424	0.0522	0.0614	0.0702	0.0787	
25 ...	—0.0759	—0.0293	—0.0095	0.0061	0.0194	0.0314	0.0425	0.0528	0.0627	0.0720	0.0811	
30 ...	—0.0858	—0.0354	—0.0140	0.0027	0.0172	0.0301	0.0421	0.0533	0.0639	0.0741	0.0838	
35 ...	—0.0997	—0.0443	—0.0208	—0.0024	0.0135	0.0277	0.0408	0.0531	0.0648	0.0759	0.0867	
40 ...	—0.1191	—0.0572	—0.0310	—0.0104	0.0073	0.0232	0.0379	0.0516	0.0647	0.0771	0.0891	
41 ...	—0.1238	—0.0605	—0.0336	—0.0125	0.0057	0.0220	0.0370	0.0511	0.0644	0.0772	0.0894	
42 ...	—0.1289	—0.0640	—0.0364	—0.0148	0.0038	0.0206	0.0360	0.0504	0.0641	0.0772	0.0897	
43 ...	—0.1344	—0.0678	—0.0395	—0.0173	0.0018	0.0190	0.0348	0.0496	0.0636	0.0770	0.0899	
44 ...	—0.1403	—0.0719	—0.0428	—0.0200	—0.0004	0.0172	0.0334	9.0486	0.0630	0.0768	0.0900	
45 ...	—0.1467	—0.0764	—0.0465	—0.0231	—0.0029	0.0151	0.0318	0.0475	0.0623	0.0764	0.0900	
46 ...	—0.1535	—0.0812	—0.0505	—0.0264	—0.0057	0.0129	0.0300	0.0461	0.0613	0.0759	0.0899	
47 ...	—0.1610	—0.0865	—0.0549	—0.0302	—0.0088	0.0103	0.0280	0.0445	0.0602	0.0752	0.0896	
48 ...	—0.1690	—0.0923	—0.0598	—0.0342	—0.0123	0.0074	0.0256	0.0427	0,0588	0.0742	0.0891	
49 ...	—0.1776	—0.0986	—0.0651	—0.0388	—0.0161	0.0042	0.0229	0.0405	0.0571	0.0730	0.0883	
50 ...	—0.1870	—0.1055	—0.0709	—0.0438	—0.0204	0.0005	0.0199	0.0380	0.0552	0.0716	0.0873	

TABLA I (Cont.)

$\frac{R_e}{\rho}$ / ψ	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	1.24	1.27	1.30
51 ...	—0.1972	—0.1131	—0.0773	—0.0493	—0.0252	—0.0036	0.0164	0.0351	0.0528	0.0697	0.0860
52 ...	—0.2083	—0.1214	—0.0844	—0.0555	—0.0306	—0.0082	0.0124	0.0317	0.0500	0.0675	0.0844
53 ...	—0.2204	—0.1304	—0.0923	—0.0623	—0.0366	—0.0134	0.0079	0.0279	0.0468	0.0649	0.0823
54 ...	—0.2335	—0.1404	—0.1009	—0.0700	—0.0433	—0.0194	0.0027	0.0234	0.0430	0.0617	0.0797
55 ...	—0.2478	—0.1515	—0.1105	—0.0784	—0.0508	—0.0260	—0.0032	0.0182	0.0385	0.0579	0.0766
56 ...	—0.2635	—0.1636	—0.1212	—0.0879	—0.0593	—0.0336	—0.0099	0.0123	0.0333	0.0534	0.0728
57 ...	—0.2807	—0.1770	—0.1330	—0.0985	—0.0688	—0.0422	—0.0176	0.0054	0.0273	0.0481	0.0682
58 ...	—0.2995	—0.1919	—0.1462	—0.1104	—0.0796	—0.0519	—0.0263	—0.0024	0.0202	0.0419	0.0627
59 ...	—0.3202	—0.2084	—0.1609	—0.1237	—0.0917	—0.0629	—0.0364	—0.0115	0.0120	0.0345	0.0562
60 ...	—0.3430	—0.2267	—0.1774	—0.1387	—0.1053	—0.0754	—0.0478	—0.0220	0.0025	0.0259	0.0484
61 ...	—0.3682	—0.2472	—0.1958	—0.1555	—0.1208	—0.0897	—0.0610	—0.0341	—0.0086	0.0158	0.0392
62 ...	—0.3960	—0.2699	—0.2164	—0.1745	—0.1384	—0.1059	—0.0760	—0.0480	—0.0215	0.0039	0.0283
63 ...	—0.4268	—0.2954	—0.2396	—0.1959	—0.1583	—0.1245	—0.0933	—0.0641	—0.0365	—0.0100	0.0154
64 ...	—0.4609	—0.3239	—0.2658	—0.2202	—0.1809	—0.1457	—0.1132	—0.0827	—0.0539	—0.0263	0.0002
65 ...	—0.4990	—0.3560	—0.2953	—0.2477	—0.2067	—0.1700	—0.1360	—0.1043	—0.0742	—0.0454	—0.0177
66 ...	—0.5414	—0.3921	—0.3287	—0.2790	—0.2362	—0.1978	—0.1624	—0.1292	—0.0978	—0.0677	—0.0388
67 ...	—0.5888	—0.4328	—0.3666	—0.3146	—0.2700	—0.2298	—0.1928	—0.1589	—0.1253	—0.0939	—0.0637
68 ...	—0.6419	—0.4789	—0.4096	—0.3554	—0.3087	—0.2667	—0.2281	—0.1918	—0.1575	—0.1247	—0.0931
69 ...	—0.2016	—0.5311	—0.4587	—0.4020	—0.3532	—0.3093	—0.2689	—0.2310	—0.1951	—0.1608	—0.1278
70 ...	—0.7689	—0.5906	—0.5149	—0.4555	—0.4045	—0.3586	—0.3163	—0.2767	—0.2391	—0.2032	—0.1687

TABLA I (Concl.)

$\frac{R_c}{\rho}$	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	1.24	1.27	1.33 $\frac{R_c}{\rho}$
ψ											
71 ...	—0.8449	—0.6584	—0.5792	—0.5171	—0.4637	—0.4157	—0.3715	—0.3301	—0.2908	—0.2532	—0.2171
72 ...	—0.9312	—0.7361	—0.6533	—0.5883	—0.5324	—0.4822	—0.4360	—0.3926	—0.3515	—0.3123	—0.2745
73 ...	—0.0294	—0.9234	—0.7387	—0.6708	—0.6123	—0.5598	—0.5114	—0.4661	—0.4231	—0.3820	—0.3425
74 ...	—1.1417	—0.9283	—0.8377	—0.7667	—0.7056	—0.6507	—0.6001	—0.5527	—0.5078	—0.4648	—0.4235
75 ...	—1.2707	—1.0477	—0.9530	—0.8788	—0.8149	—0.7576	—0.7047	—0.6551	—0.6082	—0.5633	—0.5201
76 ...	—1.4197	—1.1868	—1.0879	—1.0104	—0.9437	—0.8838	—0 8286	—0.7768	—0.7278	—0.6809	—0.6358
77 ...	—1.5929	—1.3499	—1.2468	—1.1659	—1.0963	—1.0338	—0.9762	—0.9222	—0.8710	—0.8221	—0.7751
78 ...	—1.7957	—1.5426	—1.4351	—1.3509	—1.2784	—1.2132	—1.1532	—1.0969	—1.0436	—0.9927	—0.9437
79 ...	—2.0357	—1.7723	—1.6605	—1.5729	—1.4974	—1.4296	—1.3672	—1.3087	—1.2532	—1.2002	—1.1492
80 ...	—2.3229	—2.0494	—1.9333	—1.8423	—1.7639	—1.6935	—1.6287	—1.5679	—1.5103	—1.4553	—1.4023
81 ...	—2.6719	—2.3885	—2.2681	—2.1738	—2.0927	—2.0197	—1.9525	—1.8895	—1.8299	—1.7728	—1.7180
82 ...	—3.1042	—2.8113	—2.6869	—2.5894	—2.5055	—2.4301	—2.3606	—2.2956	—2.2339	—2.1749	—2.1182
83 ...	—3.6536	—3.3517	—3.2235	—3.1230	—3.0366	—2.9589	—2.8873	—2.8202	—2.7566	—2.6959	—2.6374
84 ...	—4.3764	—4.0662	—3.9345	—3.8313	—3.7424	—3.6626	—3.5890	—3.5201	—4.4548	—3.3924	—3.3323
85 ...	—5.3735	—5.0559	—4.9211	—4.8154	—4.7245	—4.6428	—4.5674	—4.4969	—4.4300	—4.3661	—4.3046

Se calcula por lo tanto:

$$\xi_2 = n_2 \, \Phi_2 = 0{,}848$$

Para la duración de engrane se obtiene así:

$$s = \xi_1 + \xi_2 = 1{,}648$$

TABLA II

15°	1,2733
17°30′	1,1099
20°	0,9904
22°30′	0,9003
25°	0,8311

4.2 *Ecuaciones de los helicoides conjugados*

En los próximos puntos se sintetizarán todas las deducciones conducentes a la obtención de las ecuaciones paramétricas de los helicoides conjugados H_1 y H_2.

4.2.1. *Ecuaciones paramétricas implícitas del helicoide H_1*

El sistema de ecuaciones (4-8) es la ecuación paramétrica (parámetro λ_1) de la generatriz g_1 del helicoide H_1 en el sistema de referencia $O_1X_1Y_1Z_1$. Para representar en forma paramétrica dicha superficie H_1 son necesarios dos parámetros. Uno de ellos es el citado λ_1 y el otro, pudiendo elegirse arbitrariamente, se hace coincidir con la coordenada Z_1. En consecuencia H_1 queda representada en forma paramétrica implícita por el sistema:

$$\begin{cases} F_1X_1 + E_1Y_1 + C_1Z_1 + D_1 = 0 \\ E_1X_1 - F_1Y_1 + D_1' = 0 \\ Z_1 = Z_1 \end{cases} \qquad (4\text{-}50)$$

4.2.2. *Ecuaciones paramétricas explícitas del helicoide H_1*

Si se multiplica la primera de las ecuaciones (4-50) por F_1, la segunda por E_1, se suman ambas y se despeja X_1, se tiene:

$$X_1 = -\frac{F_1C_1}{E_1^2 + F_1^2} Z_1 - \frac{F_1D_1 + F_1D_1'}{E_1^2 + F_1^2} \qquad (4\text{-}51)$$

Análogamente:

$$Y_1 = -\frac{E_1C_1}{E_1^2 + F_1^2} Z_1 + \frac{F_1D_1' - E_1D_1}{E_1^2 + F_1^2} \qquad (4\text{-}52)$$

Seguidamente se transformarán en las (4-51) y (4-52) los coeficientes de Z_1 y los términos independientes a los efectos de expresarlos en función del parámetro λ_1 y de datos inmediatos de la rueda 1. Para ello se hace necesario emplear las expresiones (4-6) y (4-3). Introduciéndolas en el cálculo y haciendo además:

$$\left\{\begin{aligned} I_1 &= \frac{\operatorname{tg}\theta_n \operatorname{sen}\psi_1}{\cos^2\psi_1 + \operatorname{tg}^2\theta_n} \\ L_1 &= \frac{\cos\psi_2 \operatorname{sen}\psi_1}{\cos^2\psi_1 + \operatorname{tg}^2\theta_n} \end{aligned}\right. \qquad (4\text{-}53)$$

se llega después de laboriosas transformaciones algebraicas a la obtención del sistema siguiente:

$$\left\{\begin{aligned} X_1 &= q_I Z_1 + \rho_1 q_{III} \\ Y_1 &= -q_{II} Z_1 + \rho_1 q_{IV} \\ Z_1 &= Z_1 \end{aligned}\right. \qquad (4\text{-}54)$$

donde:

$$\left\{\begin{aligned} q_I &= I_1 \cos\lambda_1 - L_1 \operatorname{sen}\lambda_1 \\ q_{II} &= L_1 \cos\lambda_1 + I_1 \operatorname{sen}\lambda_1 \\ q_{III} &= -\operatorname{sen}\theta_1 \cdot \lambda_1 \cos\lambda_1 + \cos\theta_1 \cdot \lambda_1 \operatorname{sen}\lambda_1 + \sec\theta_1 \cos\lambda_1 \\ q_{IV} &= \cos\theta_1 \cdot \lambda_1 \cos\lambda_1 + \operatorname{sen}\theta_1 \cdot \lambda_1 \operatorname{sen}\lambda_1 - \sec\theta_1 \operatorname{sen}\lambda_1 \end{aligned}\right. \qquad (4\text{-}55)$$

El sistema (4-54) tiene la forma definitiva que se adoptará para representar en forma paramétrica explícita al helicoide H_1. En lo que se refiere a las funciones "q", son expresables, si se tienen en cuenta las fórmulas (4-53), (4-55) y (2-3), en función de las variables θ_n, ψ_1 y λ_1.

4.2.3. *Ecuaciones paramétricas implícitas del helicoide H_2 en el sistema $O_2X_2Y_2Z_2$*

Siguiendo un itinerario de cálculo similar al empleado en el punto 4-2-2 para el helicoide H_1, resulta:

$$\begin{cases} X_2 = -P_I Z_2 + P_{III} \rho_2 + P_V e \\ Y_2 = -P_{II} Z_2 + P_{IV} \rho_2 + P_{VI} e \\ Z_2 = Z_2 \end{cases} \tag{4-56}$$

donde:

$$\begin{cases} P_I = I_2 \cos \lambda_2 + L_2 \operatorname{sen} \lambda_2 \\ P_{II} = L_2 \cos \lambda_2 - I_2 \operatorname{sen} \lambda_2 \\ P_{III} = \operatorname{sen} \theta_2 \cdot \lambda_2 \cos \lambda_2 + \cos \theta_2 \cdot \lambda_2 \operatorname{sen} \lambda_2 + \sec \theta_2 \cos \lambda_2 \\ P_{IV} = \cos \theta_2 \cdot \lambda_2 \cos \lambda_2 - \operatorname{sen} \theta_2 \cdot \lambda_2 \operatorname{sen} \lambda_2 - \sec \theta_2 \operatorname{sen} \lambda_2 \\ P_V = \operatorname{sen}^2 \theta_2 \cos \lambda_2 + \operatorname{sen} \theta_2 \cos \theta_2 \operatorname{sen} \lambda_2 \\ P_{VI} = \operatorname{sen} \theta_2 \cos \theta_2 \cos \lambda_2 - \operatorname{sen}^2 \theta_2 \operatorname{sen} \lambda_2 \end{cases} \tag{4-57}$$

con:

$$\begin{cases} I_2 = \dfrac{\operatorname{tg} \theta_n \operatorname{sen} \psi_2}{\cos^2 \psi_2 + \operatorname{tg}^2 \theta_n} \\ L_2 = \dfrac{\cos \psi_2 \operatorname{sen} \psi_2}{\cos^2 \psi_2 + \operatorname{tg}^2 \theta_n} \end{cases} \tag{4-58}$$

Por otra parte las funciones "P" son expresables según lo demuestran las (4-58) y (2-3) en función de las variables θ_n, ψ_2 y λ_2. Esta circunstancia, y la análoga observada oportunamente en relación con las funciones "q" correspondientes al helicoide H_1, es la que se tuvo en cuenta para realizar la computación digital electrónica (IBM 1401) de las funciones "q" y "P". Las variables de computación válidas para ambos grupos de funciones son entonces θ_n, ψ y λ. Los valores elegidos para las mismas son: *a*) $\theta_n = 15°$, $17°30'$, $20°$, $22°30'$ y $25°$ para el ángulo de presión normal; *b*) $\psi = 10°$, $20°$, $30°$, $40°$, $50°$, $60°$, $70°$ y $80°$ para el ángulo de inclinación de la hélice primitiva; *c*) $\lambda = -45°$, $-40°$, $-35°$, $-30°$, $-25°$, $-20°$, $-15°$, $-10°$, $-5°$, $0°$, $5°$, $10°$, $15°$, $20°$, $25°$, $30°$, $35°$, $40°$ y $45°$ para el parámetro angular de posición. La tabulación resultante es útil en forma directa en numerosos casos particulares y mediante interpolación lineal permite cubrir la casi totalidad de los casos posibles con una aproximación suficiente a los efectos prácticos. La tabla III incluye sólo una parte de los resultados de la computación. Dicha parte es la correspondiente al ángulo de presión normal $\theta_n = 20°$. No obstante, las tablas no publicadas pueden ser consultadas en caso necesario en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

TABLA III

$\theta_n = 20°$

$\psi = 0.$

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—45.	0.	0.	0.	0.	1.4643	0.4206	1.0844	0.0407	—0.1445	0.3100
—40.	0.	0.	0.	0.	1.4198	0.3350	1.0540	0.0280	—0.1170	0.3214
—35.	0.	0.	0.	0.	1.3721	0.2600	1.0298	0.0203	—0.0885	0.3305
—30.	0.	0.	0.	0.	1.3227	0.1955	0.0125	0.0164	—0.0594	0.3368
—25.	0.	0.	0.	0.	1.2730	0.1412	1.0025	0.0151	—0.0298	0.3407
—20.	0.	0.	0.	0.	1.2244	0.0966	1.0000	0.0149	0.	0.3420
—15.	0.	0.	0.	0.	1.1781	0.0610	1.0051	0.0146	0.0298	0.3407
—10.	0.	0.	0.	0.	1.1353	0.0336	1.0177	0.0129	0.0594	0.3368
— 5.	0.	0.	0.	0.	1.0970	0.0137	1.0375	0.0085	5.0885	0.3304
0.	0.	0.	0.	0.	1.0642	0.	1.0642	0.	0.1170	0.3214
5.	0.	0.	0.	0.	1.0375	—0.0085	1.0970	—0.0137	0.1445	0.3100
10.	0.	0.	0.	0.	1.0177	—0.0129	1.1353	—0.0336	0.1710	0.2962
15.	0.	0.	0.	0.	1.0051	—0.0146	1.1781	—0.0610	0.1962	0.2802
20.	0.	0.	0.	0.	1.0000	—0.0149	1.2244	—0.0966	0.2198	0.2620
25.	0.	0.	0.	0.	1.0025	—0.0151	1.2730	—0.1412	0.2418	0.2418
30.	0.	0.	0.	0.	1.0125	—0.0164	1.3227	—0.1955	0.2620	0.2198
35.	0.	0.	0.	0.	1.0298	—0.0203	1.3721	—0.2600	0.2802	0.1962
40.	0.	0.	0.	0.	1.0540	—0.0280	1.4198	—0.3350	0.2962	0.1710
45.	0.	0.	0.	0.	1.0844	—0.0407	1.4643	—0.4206	0.3100	0.1445

$\psi = 10,$

TABLA III (Cont.)

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—45.	0.1502	0.0692	—0.0692	0.1502	1.4673	0.4255	1.0823	—0.0404	—0.1450	0.3149
—40.	0.1436	0.0820	—0.0558	0.1557	1.4230	0.3392	1.0522	0.0281	—0.1170	0.8263
—35.	0 1359	0.0942	—0.0420	0.1600	1.3754	0.2636	1.0285	0.0207	—0.0881	0.3353
—30.	0.1272	0.1057	—0.0279	0.1630	1.3260	0.1985	1.0116	0.0170	—0.0585	0.3417
—25.	0.1175	0.1164	—0.0136	0.1648	1.2763	0.1436	1.0021	0.0157	—0.0285	0.3455
—20.	0.1069	0.1262	0.0008	0.1654	1.2275	0.0983	1.0001	0.0156	0.0017	0.3467
—15.	0.0955	0.1350	0.0152	0.1647	1.1810	0.0622	1.0057	0.0152	0.0319	0.3452
—10.	0.0834	0.1428	0.0295	0.1627	1.1379	0.0344	1.0188	0.0134	0.0619	0.3411
— 5.	0.0706	0.1495	0.0436	0.1595	1.0993	0.0140	1.0391	0.0087	0.0914	0.3344
0.	0.0573	0.1551	0.0573	0.1551	1.0661	0.	1.0661	0.	0.1202	0.3252
5.	0.0436	0.1595	0.0706	0.1495	1.0391	—0.0087	1.0993	—0.0140	0.1481	0.3135
10.	0.0295	0.1627	0.0834	0.1428	1.0188	—0.0134	1.1379	—0.0344	0.1748	0.2994
15.	0.0152	0.1647	0.0955	0.1350	1.0057	—0.0152	1.1810	—0.0622	0.2001	0.2830
20.	0.0008	0.1654	0.1069	0.1262	1.0001	—0.0156	1.2275	—0.0983	0.2241	0.2645
25.	—0.0136	0.1648	0.1175	0.1164	1.0021	—0.0157	1.2763	—0.1436	0.2463	0.2439
30.	—0.0279	0.1630	0.1272	0.1057	1.0116	—0.0170	1.3260	—0.1985	0.2667	0.2215
35.	—0.0420	0.1600	0.1359	0.0942	1.0285	—0.0207	1.3754	—0.2636	0.2850	0.1975
40.	—0.0558	0.1557	0.1436	0.0820	1.0522	—0.0281	1.4230	—0.3392	0.3011	0.1718
45.	—0.0692	0.1502	0.1502	0.0691	1.0824	—0.0404	1.4673	—0.4255	0.3149	0.1450

$\psi = 20.$

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—45.	0.3105	0.1371	—0.1371	0.3105	1.4768	0.4410	1.0756	0.0398	—0.1459	0.3304
—40.	0.2973	0.1636	—0.1095	0.3212	1.4331	0.3527	1.9468	0.0285	—0.1166	0.3419

TABLA III (Cont.)

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—35.	0.2819	0.1889	—0.0811	0.3296	1.3859	0.2750	1.0244	0.0219	—0.0863	0.3507
—30.	0.2644	0.2128	—0.0521	0.3354	1.3366	0.2079	1.0091	0.0188	—0.0554	0.3569
—25.	0.2449	0.2350	—0.0227	0.3386	1.2867	0.1511	1.0010	0.0179	—0.0241	9.3604
—20.	0.2234	0.2555	0.0069	0.3393	1.2375	1.1040	1.0006	0.0178	0.0074	0.3611
—15.	0.2003	0.2740	0.0365	0.3374	1.1904	0.0662	1.0077	0.0173	0.0388	0.3591
—10.	0.1757	0.2904	0.0658	0.3330	1.1464	0.0369	1.0223	0.0150	0.0700	0.3543
— 5.	0.1497	0.3046	0.0945	0.3260	1.1068	0.0151	1.0440	0.0097	0.1006	0.3469
0.	0.1226	0.3165	0.1226	0.3165	1.0724	0	1.0724	0.	0.1305	0.3368
5.	0.0945	0.3260	0.1497	0.3046	1.0440	—0.0097	1.1068	—0.0151	0.1593	0.3271
10.	0.0658	0.3330	0.1757	0.2904	1.0223	—0.0150	1.1464	—0.0369	0.1870	0.3090
15.	0.0365	0.3374	0.2003	0.2740	1.0077	—0.0173	1.1904	—0.0662	0.2133	0.2916
20.	0.0069	0.3393	0.2234	0.2555	1.0006	—0.0178	1.2375	—0.1040	0.2378	0.2719
25.	—0.0227	0.3886	0.2449	0.2350	1.0010	—0.0179	1.2867	—0.1511	0.2606	0.2501
30.	—0.0521	0.3354	0.2644	0.2128	1.0091	—0.0188	1.3366	—0.2079	0.2814	5.2265
35.	—0.0811	0.3296	0.2819	0.1889	1.0244	—0.0219	1.3859	—0.2750	0.3000	0.2011
40.	—0.1095	0.3212	0.2973	0.1636	1.0468	—0.0285	1.4331	—0.3527	0.3164	0.1742
45.	—0.1371	0.3105	0.3105	0.1371	1.0756	—0.0398	1.4768	—0.4410	0.3304	0.1459

$\psi = 30.$

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—45.	0.4928	0.2011	—0.2011	0.4928	1.4942	0.4702	1.0638	0.0399	—0.1464	0.3587
—40.	0.4734	0.2433	—0.1574	0.5084	1.4519	0.3781	1.0374	0.0304	—0.1146	0.3701
—35.	0.4504	0.2837	—0.1125	0.5202	1.4054	0.2966	1.0177	0.0251	—0.0819	0.3787
—30.	0.4239	0.3218	—0.0667	0.5281	1.3564	0.2258	1.0051	0.0229	—0.0486	0.3844

TABLA III

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—25.	0.3943	0.3576	—0.0205	0.5319	1.3063	0.1653	0.9999	0.0224	—0.0149	0.3872
—20.	0.3616	0.3906	0.0260	0.5316	1.2565	0.1149	1.0023	0.0223	0.0189	0.3870
—15.	0.3262	0.4206	0.0722	5.5273	1.2082	0.0739	1.0123	0.0214	0.0526	0.3839
—10.	0.2883	0.4474	0.1179	0.5190	1.1628	0.0416	1.0296	0.0182	0.0858	0.3778
— 5.	0.2482	0.4708	0.1627	0.5068	1.1213	0.0173	1.0539	0.0114	0.1184	0.3689
0.	0.2062	0.4907	0.2062	0.4907	1.0847	0.	1.0847	0.	0.1501	0.3572
5.	0.1627	0.5068	0.2482	0.4708	1.0539	—0.0114	1.1213	—0.0173	0.1807	0.3427
10.	0.1170	0.5190	0.2883	0.4474	1.0296	—0.0182	1.1628	—0.0416	0.2099	0.3257
15.	0.0722	0.5273	0.3262	0.4206	1.0123	—0.0214	1.2082	—0.0739	0.2374	0.3062
20.	0.0260	0.5316	0.3616	0.3906	1.0023	—0.0223	1.2565	—0.1149	0.2632	0.2843
25.	—0.0205	0.5319	0.3943	0.3576	0.9999	—0.0224	1.3063	—0.1653	0.2870	0.2603
30.	—0.0667	0.5281	0.4239	0.3218	1.0051	—0.0229	1.3564	—0.2258	0.3086	0.2343
35.	—0.1125	0.5202	0.4504	0.2837	1.0177	—0.0251	1.4054	—0.2966	0.3278	0.2065
40.	—0.1574	0.5084	0.4734	0.2433	1.0374	—0.0304	1.4519	—0.3781	0.3446	0.1771
45.	—0.2011	0.4928	0.4928	0.2011	1.0638	—0.0399	1.4942	—0.4702	0.3587	0.1464

$\psi = 40.$

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—45.	0.7140	0.2541	—0.2541	0.7140	1.5228	0.5196	1.0461	0.0429	—0.1439	0.4043
—40.	0.6892	0.3153	—0.1909	0.7335	1.4830	0.4212	1.0239	0.0360	—0.1081	0.4153
—35.	0.6591	0.3742	—0.1262	0.7473	1.4381	0.3334	1.0086	0.0327	—0.0715	0.4232
—30.	0.6240	0.4302	—0.0606	0.7555	1.3899	0.2563	1.0007	0.0316	—0.0343	0.4278
—25.	0.5841	0.4830	0.0055	0.7579	1.3397	0.1898	1.0003	0.0316	0.0031	0.4291
—20.	0.5398	0.5320	0.0715	0.7545	1.2890	0.1336	1.0074	0.0312	0.0405	0.4272

TABLA III (Cont.)

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—15.	0.4913	0.5771	0.1370	0.7454	1.2391	0.0872	1.0221	0.0291	0.0776	0.4221
—10.	0.4392	0.6177	0.2014	0.7306	1.1915	0.0500	1.0439	0.0240	0.1141	0.4137
— 5.	0.3837	0.6536	0.2644	0.7103	1.1471	0.0212	1.0725	0.0147	0.1497	0.4022
0.	0.3253	0.6846	0.3253	0.6846	1.1071	0.	1.1071	0.	0.1842	0.3876
5.	0.2644	0.7103	0.3837	0.6536	1.0725	—0.0147	1.1471	—0.0212	0.2173	0.3701
10.	0.2014	0.7306	0.4392	0.6177	1.0439	—0.0240	1.1915	—0.0500	0.2487	0.3498
15.	0.1370	0.7454	0.4913	0.5771	1.0221	—0.0291	1.2391	—0.0872	0.2782	0.3267
20.	0.0715	0.7545	0.5398	0.5320	1.0074	—0.0312	1.2890	—0.1336	0.3056	0.3013
25.	0.0055	0.7579	0.5841	0.4830	1.0003	—0.0316	1.3397	—0.1398	0.3307	0.2735
30.	—0.0606	0.7555	0.6240	0.4302	1.0007	—0.0316	1.3899	—0.2563	0.3533	0.2436
35.	—0.1262	0.7473	0.6591	0.3742	1.0086	—0.0327	1.4381	—0.3334	0.3732	0.2119
40.	—0.1909	0.7335	0.6892	0.3153	1.0239	—0.0360	1.4830	—0.4212	0.3902	0.1786
45.	—0.2541	0.7140	0.7140	0.2541	1.0461	—0.0429	1.5228	—0.5196	0.4043	0.1439

$\psi = 50.$

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—45.	0.9994	0.2768	—0.2768	0.9994	1.5695	0.6030	1.0222	0.0557	—0.1315	0.4749
—40.	0.9715	0.3628	—0.1886	1.0197	1.5343	0.4944	1.0073	0.0522	—0.0896	0.4845
—35.	0.9362	0.4461	—0.0990	1.0323	1.4928	0.3964	0.9997	0.0511	—0.0471	0.4905
—30.	0.8937	0.5260	—0.0087	1.0370	1.4465	0.3090	0.9996	0.0510	—0.0041	0.4927
—25.	0.8445	0.6019	0.0817	1.0338	1.3968	0.2324	1.0071	0.0507	0.0388	0.4912
—20.	0.7888	0.6732	0.1715	1.0228	1.3454	0.1664	1.0221	0.0488	0.0815	0.4859
—15.	0.7271	0.7394	0.2600	1.0039	1.2936	0.1108	1.0444	0.0440	0.1235	0.4770

TABLA III (Cont.)

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—10.	0.6599	0.8000	0.3465	0.9774	1.2428	0.0649	1.0734	0.0351	0.1646	0.4644
— 5.	0.5877	0.8544	0.4304	0.9435	1.1943	0.0283	1.1086	0.0208	0.2045	0.4483
0.	0.5110	0.9024	0.5110	0.9024	1.1492	0.	1.1492	0.	0.2428	0.4288
5.	0.4304	0.9435	0.5877	0.8544	1.1086	—0.0208	1.1943	—0.0283	0.2792	0.4060
10.	0.3465	0.9774	0.6599	0.8000	1.0734	—0.0351	1.2428	—0.0649	0.3135	0.3801
15.	0.2600	1.0039	0.7271	0.7394	1.0444	—0.0440	1.2936	—0.1108	5.3455	0.3513
20.	0.1715	1.0228	0.7888	0.6732	1.0221	—0.0488	1.3454	—0.1664	0.3748	0.3199
25.	0.0817	1.0338	0.8445	0.6019	1.0071	—0.0507	1.3968	—0.2324	0.4012	0.2860
30.	—0.0087	1.0370	0.8937	0.5260	0.9996	—0.0510	1.4465	—0.3090	0.4246	0.2499
35.	—0.0990	1.0323	0.9362	0.4461	0.9997	—0.0511	1.4928	—0.3964	0.4448	0.2120
40.	—0.1886	1.0197	0.9715	0.3628	1.0073	—0.0522	1.5343	—0.4944	0.4616	0.1724
45.	—0.2768	0.9994	0.9994	0.2768	1.0222	—0.0557	1.5695	—0.6030	0.4749	0.1315

$\psi = 60.$

Lambda	qI	q I	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—45.	1.3833	0.2178	—0.2178	1.3833	1.6505	0.7525	0.9968	0.0988	—0.0915	0.5814
—40.	1.3590	0.3375	—0.0964	1.3970	1.6251	0.6268	0.9956	0.0986	—0.0405	0.5871
—35.	1.3244	0.4547	0.0257	1.4001	1.5910	0.5111	1.0020	0.0987	0.0108	0.5884
—30.	1.2798	0.5684	0.1476	1.3925	1.5497	0.4059	1.0160	0.0978	0.0621	0.5852
—25.	1.2254	0.6778	0.2685	1.3744	1.5028	0.3115	1.0374	9.0945	0.1127	0.5776
—20.	1.1616	0.7820	0.3872	1.3457	1.4519	0.2281	1.0658	0.0876	0.1627	0.5656
—15.	1.0891	0.8803	0.5030	1.3069	1.3983	0.1556	1.1007	0.0758	0.2114	0.5492
—10.	1.0082	0.9718	0.6150	1.2580	1.3438	0.0937	1.1414	0.0580	0.2585	0.5287

TABLA III (Cont.)

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
— 5.	0.9197	1.0560	0.7223	1.1997	1.2895	0.0420	1.1872	0.0330	0.3036	0.5042
0.	0.8241	1.1321	0.8241	1.1321	1.2369	0.	1.2369	0.	0.3464	0.4758
5.	0.7223	1.1997	0.9197	1.0560	1.1872	—0.0330	1.2895	—0.0420	0.3865	0.4438
10.	0.6150	1.2580	1.0082	0.9718	1.1414	—0.0580	1.3438	—0.0937	0.4237	0.4084
15.	0.5030	1.3069	1.0891	0.8803	1.1007	—0.0758	1.3983	—0.1556	0.4577	0.3700
20.	0.3872	1.3457	1.1616	0.7820	1.0658	—0.0876	1.4519	—0.2281	0.4882	0.3287
25.	0.2685	1.3744	1.2254	0.6778	1.0374	—0.0945	1.5028	—0.3115	0.5150	0.2849
30.	0.1476	1.3925	1.2798	0.5684	1.0160	—0.0978	1.5497	—0.4059	0.5379	0.2389
35.	0.0257	1.4001	1.3244	0.4547	1.0020	—0.0987	1.5910	—0.5111	0.5566	0.1911
40.	—0.0964	1.3970	1.3590	0.3375	0.9956	—0.0986	1.6251	—0.6268	0.5712	0.1419
45.	—0.2178	1.3833	1.3833	0.2178	0.9968	—0.0988	1.6505	—0.7525	0.5814	0.0915

$\psi = 70.$

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—45.	1.8805	—0.0585	0.0585	1.8805	1.8176	1.0570	1.0082	0.2476	0.0226	0.7284
—40.	1.8785	0.1057	0.2221	1.8683	1.8157	0.8995	1.0362	0.2454	0.0860	0.7236
—35.	1.8621	0.2690	0.3841	1.8418	1.8008	0.7503	1.0715	0.2396	0.1488	0.7134
—30.	1.8316	0.4302	0.5432	1.8013	1.7744	1.6104	1.1135	0.2288	0.2104	0.6977
—25.	1.7871	0.5882	0.6981	1.7471	1.7379	0.4807	1.1616	0.2120	0.2704	0.6767
—20.	1.7291	0.7418	0.8477	1.6796	1.6930	0.3618	1.2149	0.1878	0.3284	0.6506
—15.	1.6578	0.8896	0.9909	1.5994	1.6412	0.2542	1.2727	0.1554	0.3838	0.6195
—10.	1.5740	1.0307	1.1265	1.5069	1.5841	0.1580	1.3336	0.1138	0.4363	0.5837
— 5.	1.4782	1.1640	1.2536	1.4030	1.5233	0.0733	1.3966	0.0622	0.4855	0.5434

TABLA III (Cont.)

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
0.	1.3711	1.2884	1.3711	1.2884	1.4603	0.	1.4603	0.	0.5311	0.4990
5.	1.2536	1.4030	1.4782	1.1640	1.3966	—0.0622	1.5233	—0.0733	0.5725	0.4509
10.	1.1265	1.5069	1.5740	1.0307	1.3336	—0.1138	1.5841	—0.1580	0.6096	0.3992
15.	0.9909	1.5994	1.6578	0.8896	1.2727	—0.1554	1.6412	—0.2542	0.6421	0.3646
20.	0.8477	1.6796	1.7291	0.7418	1.2149	—0.1878	1.6930	—0.3618	0.6697	0.2873
25.	0.6981	1.7471	1.7871	0.5882	1.1616	—0.2120	1.7379	—0.4867	0.1922	0.2278
30.	0.5432	1.8013	1.8316	0.4302	1.1135	—0.2288	1.7744	—0.6104	0.7094	0.1666
35.	0.3841	1.8418	1.8621	0.2690	1.0715	—0.2396	1.8008	—0.7503	0.7213	0.1042
40.	0.2241	1.8683	1.8785	0.1057	1.0362	—0 2464	1.8157	—0.8995	0.7276	0.0409
45.	0.0585	1.8805	1.8805	—0.0585	1.0082	—0.2476	1.8176	—1.0570	0.7284	—0.0226

$\psi = 80.$

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
—45.	2.3021	—0.8149	0.8149	2.3021	2.3825	1.9042	1.3800	0.9018	0.3012	0.8508
—40.	2.3643	—0.6112	1.0125	2.2223	2.4549	1.6675	1.4896	0.8575	0.3742	0.8213
—35.	2.4586	—0.4028	1.2023	2.1256	2.5048	1.4328	1.6016	0.8003	0.4444	0.7856
—30.	2.4345	—0.1914	1.3830	2.0127	2.5332	1.2022	1.7147	0.7296	0.5111	0.7439
—25.	2.4419	0.0216	1.5531	1.8845	2.5411	0.9776	1.8272	0.6447	0.5740	0.6965
—20.	2.4308	0.2343	1.7115	1.7420	2.5297	0.7608	1.9376	0.5453	0.6325	0.6438
—15.	2.4011	0.4453	1.8568	1.5862	2.5006	0 5533	2.0441	0 4310	0.5862	0.5862
—10.	2.3532	0.6528	1.9880	1.4183	2.4552	0.3566	2.1450	0.3019	0.7347	0.5242
— 5.	2.2873	0.8555	2.1040	1.2396	2.3952	0.1718	2.2383	0.1581	0.7776	0.4582
0.	2.2040	1.0515	2.2040	1.0515	2.3223	0.	2.3223	0.	0.8146	0.3886

TABLA III (Conclusión)

Lambda	qI	qII	pI	pII	qIII	qIV	pIII	pIV	pV	pVI
5.	2.1040	1.2396	2.2873	0.8555	2.2383	—0.1581	2.3952	—0.1718	0.8454	0.3162
10.	1.9880	1.4183	2.3532	0.6528	2.1450	—0.3019	2.4552	—0.3566	0.8697	0.2413
15.	1.8568	1.5862	2.4011	0.4453	2.0441	—0.4310	2.5006	—0.5533	0.8874	0.1646
20.	1.7115	1.7420	2.4308	0.2343	1.9376	—0.5453	2.5297	—0.7608	0.8984	0.0866
25.	1.5531	1.8845	2.4619	0.0216	1.8272	—0.6447	2.5411	—0.9776	0.9025	0.0080
30.	1.3830	2.0127	2.4345	—0.1914	1.7147	—0.7296	2.5332	—1.2022	0.8998	—0.0707
35.	1.2023	2.1256	2.4086	—0.4028	1.6016	—0.8003	2.5048	—1.4328	0.8902	—0.1489
40.	1.0125	2.2223	2.3643	—0.6112	1.4896	—0.8575	2.4549	—1.6675	0.8738	—0.2259
45,	0,8149	2.3021	2.3021	—0.8149	1.3800	—0.9018	2.3825	—1.9042	0.8508	—0.3012

4.3. *Elementos y características del engrane entre los dientes helicoidales*

En posesión de las ecuaciones de los helicoides H_1 y H_2 y en virtud de elementos analíticos determinados en oportunidad de calcular la duración de engrane, pueden definirse ahora y calcularse con precisión nuevos elementos que permiten juzgar sobre las características y la calidad del engrane que se verifica entre los dientes helicoidales.

4.3.1. *Ecuaciones paramétricas de la curva Γ_1 de contacto (sobre H_1) en el sistema de coordenadas curvilíneas (λ_1, z_1)*

Un punto genérico de la recta "*n*" queda determinado por la intersección de los planos fijos T_1 y T_2 y del plano móvil $N_1 = N_2$. Recurriendo a las (4-2a),(4-9c) y (4-20) se constituye el sistema:

$$\left\{\begin{aligned} &\operatorname{sen}\theta_n \cdot x_1 - \cos\theta_n \cos\psi_1 \cdot y_1 - \cos\theta_n \operatorname{sen}\psi_1 \cdot z_1 + \\ &\qquad + \lambda_1 R_1 \cos\theta_n \cos\psi_1 - R_1 \operatorname{sen}\theta_n = 0 \\ &x_1 + \operatorname{tg}\theta_1 \cdot y_1 - R_1 = 0 \\ &x_1 + \operatorname{tg}\theta_2 \cos\varphi \cdot y_1 + \operatorname{tg}\theta_2 \cdot \operatorname{sen}\varphi \cdot z_1 + (R_2 - d) = 0 \end{aligned}\right. \tag{4-59}$$

cuya resolución permite determinar las coordenadas x_1, y_1, z_1 de dicho punto genérico. En particular interesa calcular la coordenada z_1. Para ello se resta la segunda ecuación de la tercera y se despeja y_1:

$$y_1 = -\frac{\operatorname{sen}\varphi \operatorname{tg}\theta_2}{\operatorname{tg}\theta_2 \cos\varphi - \operatorname{tg}\theta_1} z_1 - \frac{e}{\operatorname{tg}\theta_2 \cos\varphi - \operatorname{tg}\theta_1}$$

Reemplazando en la segunda:

$$x_1 = \frac{\operatorname{sen}\varphi \operatorname{tg}\theta_2 \operatorname{tg}\theta_1}{\operatorname{tg}\theta_2 \cos\varphi - \operatorname{tg}\theta_1} z_1 - \frac{e \operatorname{tg}\theta_1}{\operatorname{tg}\theta_2 \cos\varphi - \operatorname{tg}\theta_1} + R_1$$

Es necesario introducir ahora un grupo de relaciones cuya demostración se omite en homenaje a la brevedad, pero que son de fácil verificación en función de todo lo desarrollado hasta aquí. Estas relaciones son:

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{-\operatorname{sen}\varphi \operatorname{tg}\theta_2}{\operatorname{tg}\theta_2 \cos\varphi - \operatorname{tg}\theta_1} = \frac{\beta_{n1}}{\gamma_{n1}} = \frac{-\cos\psi_1 \cos\theta_n}{-\operatorname{sen}\psi_1 \cos\theta_n} = \frac{1}{\operatorname{tg}\psi_1} \\ &\frac{\operatorname{sen}\varphi \operatorname{tg}\theta_2 \operatorname{tg}\theta_1}{\operatorname{tg}\theta_2 \cos\varphi - \operatorname{tg}\theta_1} = \frac{\alpha_{n1}}{\gamma_{n1}} = \frac{\operatorname{sen}\theta_n}{-\operatorname{sen}\psi_1 \cos\theta_n} = \frac{\operatorname{tg}\theta_n}{\operatorname{sen}\psi_1} \end{aligned}\right. \tag{4-60}$$

Empleando las (4-60) se obtiene:

$$y_1 = \frac{z_1}{\operatorname{tg} \psi_1} = \frac{e}{\operatorname{tg} \theta_2 \cos \varphi - \operatorname{tg} \theta_1}$$

$$x_1 = - \frac{\operatorname{tg} \theta_n}{\operatorname{sen} \psi_1} z_1 - \frac{e \operatorname{tg} \theta_1}{\operatorname{tg} \theta_2 \cos \varphi - \operatorname{tg} \theta_1} + R_1$$

Reemplazando estas expresiones en la primera ecuación del sistema (4-59), teniendo presente las (4-22) y haciendo:

$$\Theta = - \frac{\cos(\varphi - \psi_1)}{\operatorname{sen}^2 \theta_1 \operatorname{sen} \psi_1 \operatorname{sen} \varphi} \qquad (4\text{-}61)$$

resulta:

$$\frac{z_1}{\gamma_{n1}} - R_1 \beta_{n1} \lambda_1 - e\, \alpha_{n1} \Theta_1 = 0 \qquad (4\text{-}62)$$

La (4-62) es una importante relación que vincula el parámetro λ_1, es decir el parámetro que ubica angularmente a la rueda 1, con la coordenada z_1 del punto de la línea de engrane sobre el cual se está verificando el contacto entre las superficies helicoidales de dentado. Se designará de ahora en adelante con los símbolos x_1^*, y_1^*, z_1^*, a las coordenadas del punto J_1 en el sistema de coordenadas $0_1 x_1 y_1 z_1$ y con λ_1^* al valor del parámetro λ_1 correspondiente. Este último se obtiene reemplazando en la ecuación (4-2a) del plano generador N_1 las coordenadas (4-28) del punto J_1, es decir:

$$\lambda_1^* = \frac{e}{R_1} \frac{\operatorname{tg} \psi_1}{\operatorname{tg} \theta_2 \operatorname{sen} \varphi} \qquad (4\text{-}63)$$

El parámetro λ_1^* ubica a la rueda 1 en la posición correspondiente al instante en que el contacto se está produciendo sobre el punto J_1.

Si se aplica la relación (4-62) a un punto genérico A del segmento de engrane $K_1 K_2$ (fig. 4-11) y al punto J_1, se obtienen:

$$\frac{z_1}{\gamma_{n1}} - R_1 \beta_{n1} \lambda_1 - e \cdot \Theta_1 \cdot \alpha_{n1} = 0$$

$$\frac{z_1^*}{\gamma_{n1}} - R_1 \beta_{n1} \lambda_1^* - e\, \Theta_1 \alpha_{n1} = 0$$

Restando la segunda de la primera:

$$(z_1 - z_1^*) \frac{1}{\gamma_{n1}} - R_1 \beta_{n1} (\lambda_1 - \lambda_1^*) = 0$$

de donde:

$$\lambda_1 - \lambda_1^* = \frac{1}{R_1 \beta_{n1} \gamma_{n1}} (z_1 - z_1^*) \qquad (4\text{-}64)$$

Siendo $\vec{n}^\circ$ el versor unitario que defina la orientación de la línea de engrane, según se vio en el punto 4.1.11, y designando con $(\overrightarrow{A - J_1})$ al vector que ubica al punto A respecto al punto J_1, se puede escribir:

$$(\overrightarrow{A - J_1}) = \mu_1 \, t_{bn} \cdot \vec{n}^\circ \qquad (4\text{-}65)$$

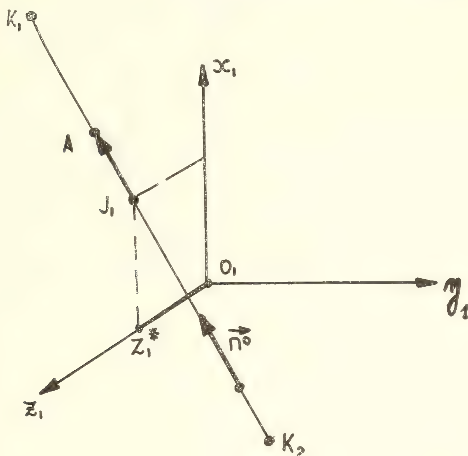


Fig. 4-11

donde t_{bn} es el paso base normal y μ_1 un factor numérico indeterminado cuyos valores extremos son, según lo visto en el punto 4.1.18:

$$\begin{aligned} &\text{Punto } K_1: \quad \mu_1 = \xi_1 \\ &\text{Punto } K_2: \quad \mu_1 = -\xi_2 + \xi_{12} \end{aligned} \qquad (4\text{-}66)$$

Para la componente según el eje z_1 del vector $(\overrightarrow{A - J_1})$ se tiene:

$$z_1 - z_1^* = \mu_1 \cdot t_{bn} \cdot \gamma_{n1} = \mu_1 \, t_n \cos \theta_n \cdot \gamma_{n1}$$

Reemplazando esta expresión en la (4-64):

$$\lambda_1 - \lambda_1^* = \mu_1 \frac{t_n \cos \theta_n}{R_1 \beta_{n1}}$$

Recurriendo a la (4-63) y a la forma explícita de β_{n1}, se tiene:

$$\lambda_1 = \frac{e}{R_1} \frac{\text{tg}\, \psi_1}{\text{sen}\, \varphi\ \text{tg}\, \theta_2} - \mu_1 \frac{t_n}{R_1 \cos \psi_1}$$

Siendo n_1 el número de dientes de la rueda 1, la conocida relación:

$$M_n = \frac{t_n}{\pi} = \frac{2R_1}{n_1} \cos \psi_1$$

permite despejar:

$$R_1 \cos \psi_1 = \frac{n_1\, t_n}{2\pi} = \frac{n_1\, M_n}{2}$$

de donde:

$$\lambda_1 = \frac{n_1}{2} \left[\frac{\varepsilon\ \text{sen}\, \psi_1}{\text{sen}\, \varphi\ \text{tg}\, \theta_2} - \pi \mu_1 \right] \qquad (4\text{-}67)$$

La (4-67) permite determinar el parámetro angular λ_1, es decir, las posiciones de la rueda 1, cuyos puntos correlativos de contacto con la rueda 2, ubicados sobre la recta "n" están definidos por el parámetro adimensional μ_1.

El cálculo de la coordenada z_1, correspondiente a un dado valor de μ_1 puede concretarse partiendo de la (4-65), cuya componente según z_1, es nuevamente:

$$z_1 - z_1^* = \mu_1\, t_n \cos \theta_n \cdot \gamma_{n1}$$

de donde:

$$z_1 = z_1^* + \mu_1\, t_n \cos \theta_n \cdot \gamma_{n1}$$

Reemplazando z_1^*, por su valor según la (4-28), se tiene:

$$z_1 = \frac{e}{\text{sen}\, \varphi\ \text{tg}\, \theta_2} - \mu_1\, t_n \cos^2 \theta_n\ \text{sen}\, \psi_1$$

de donde:

$$z_1 = M_n \left[\frac{\varepsilon}{\text{sen}\, \varphi\ \text{tg}\, \theta_2} - \mu_1 \pi \cos^2 \theta_n\ \text{sen}\, \psi_1 \right] \qquad (4\text{-}68)$$

La (4-68) constituye, juntamente con la (4-67), un sistema de ecuaciones paramétricas, de parámerro μ_1, que permite calcular los valores de las coordenadas $z_1 = Z_1$ y λ_1 *asociados a un mismo punto de la línea de engrane.*

A los efectos que siguen, es conveniente efectuar un cambio de parámetro. Para ello se ubica el punto genérico A del segmento $\overline{K_1K_2}$ de engrane (fig. 4-12) con respecto al punto K_2 mediante el vector:

$$\overrightarrow{(A - K_2)} = \tau \cdot t_{bn} \cdot \vec{n}^\circ \qquad (4\text{-}69)$$

donde τ es el nuevo parámetro adimensional. Su relación con μ_1 se establece del modo siguiente:

$$\tau = \frac{\overrightarrow{(A - K_2)}}{t_{bn} \cdot \vec{n}^\circ} = \frac{\overrightarrow{(A - J_1)} + \overrightarrow{(J_1 - K_2)}}{t_{bn} \cdot \vec{n}^\circ}$$

$$\tau = \frac{\overrightarrow{(A - J_1)}}{t_{bn} \cdot \vec{n}^\circ} + \frac{\overline{J_1K_2}}{t_{bn}} \frac{\vec{n}^\circ}{\vec{n}^\circ}$$

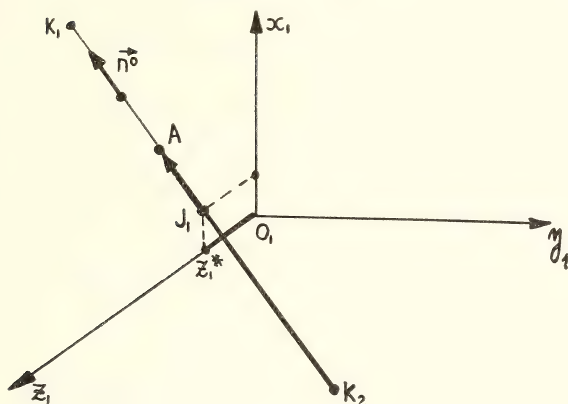


Fig. 4-12

Pero:

$$\frac{\overrightarrow{(A - J_1)}}{t_{bn} \cdot \vec{n}^\circ} = \mu_1$$

y como:

$$\frac{\overline{J_1K_2}}{t_n \cos \theta_n} = \frac{\overline{K_2J_2}}{t_n \cos \theta_n} - \frac{\overline{J_1J_2}}{t_n \cos \theta_n}$$

aplicando lo establecido en el punto (4.1.18) resulta:

$$\frac{\overline{J_1K_2}}{t_n \cos \theta_n} = \xi_2 - \xi_{12}$$

de donde:

$$\tau = \mu_1 + \xi_2 - \xi_{12}$$

y de aquí:

$$\mu_1 = \tau + \xi_2 - \xi_{12} \qquad (4\text{-}70)$$

Los valores extremos de τ son:

Punto K_2: $\tau = 0$

Punto K_1: $\tau = s$

Introduciendo el nuevo parámetro τ, considerando que $z_1 = Z_1$ y reuniendo las ecuaciones (4-67) y (4-68), se obtiene:

$$\begin{cases} \lambda_1 = \dfrac{2}{n_1}\left[\dfrac{\varepsilon \operatorname{sen} \psi_1 \cos \psi_2}{\operatorname{sen} \varphi \operatorname{tg} \theta_n} - \pi(\tau - \xi_2 + \xi_{12})\right] \\ Z_1 = M_n\left[\dfrac{\varepsilon \cos \psi_2}{\operatorname{sen} \varphi \operatorname{tg} \theta_n} - \pi \cos^2 \theta_n \operatorname{sen} \psi_1 \cdot (\tau - \xi_2 + \xi_{12})\right] \end{cases} \qquad (4\text{-}71)$$

El sistema (4-71) admite la siguiente elegante interpretación. La superficie helicoidal H_1 puede suponerse referida a un sistema de coordenadas curvilíneas (λ_1, Z_1). Ello significa que haciendo primero $\lambda_1 =$ cte. y luego $Z_1 =$ cte. y dando a las constantes infinitos valores arbitrarios se obtienen dos familias de curvas cuyo conjunto constituye una malla o cuadrícula curvilínea de referencia. En particular para $Z_1 =$ cte. se obtiene una familia de evolventes o desarrollantes de círculo y para $\lambda_1 =$ cte. una familia de rectas generatrices del helicoide H_1. En consecuencia el sistema de coordenadas curvilíneas (λ_1, Z_1) *es ortogonal.*

Un sistema de funciones tal como el (4-71) que expresa las coordenadas (λ_1, Z_1) en función de un parámetro τ no es más que la representación analítica de una curva trazada sobre la superficie. En particular el sistema (4-71) representa la *curva lugar de los puntos de contacto* (curva Γ_1) sobre el helicoice H_1. Con ello queda dicho que aplicando los recursos de la Geometría de las Superficies de Gauss, pueden determinarse todas las propiedades y características de dicha curva de contacto y de la superficie a la que pertenece. Desde el punto de vista del presente trabajo será necesario efectuar más adelante algunas de esas determinaciones.

4.3.2. *Ecuaciones paramétricas de la curva Γ_2 de contacto (sobre H_2) en el sistema de coordenadas curvilíneas (λ_2, Z_2)*

Siguiendo un procedimiento de cálculo en un todo paralelo al empleado en el punto 4.3.1. para la curva Γ_1. se llega finalmente a:

$$\lambda_2 = -\frac{2}{n_2}\left[\frac{\varepsilon \operatorname{sen} \psi_2 \cos \psi_1}{\operatorname{sen} \varphi \operatorname{tg} \theta_n} + \varepsilon \operatorname{tg} \theta_n + \pi (\tau - \xi_2)\right]$$

$$Z_2 = -M_n\left[\frac{\varepsilon \cos \psi_1}{\operatorname{sen} \varphi \operatorname{tg} \theta_n} + \pi \cos^2 \theta_n \operatorname{sen} \psi_2 \cdot (\tau - \xi_2)\right] \quad (4\text{-}72)$$

El sistema (4-72) admite con relación a la rueda 2, la misma interpretación que se dio al sistema (4-71) respecto a la rueda 1. Es decir, si se refiere el helicoide H_2 a un sistema de *coordenadas curvilíneas ortogonales* (λ_2, Z_2), el sistema (4-72) representa a la curva Γ_2, *lugar de los puntos de contacto* sobre dicho helicoide.

4.3.3. *Arcos de engrane*

El arco de engrane de una rueda es la longitud de arco recorrida por un punto de la circunferencia primitiva desde el comienzo hasta el fin del contacto. Para la rueda 1, por ejemplo, si $\lambda_{1,0}$ es el parámetro angular de la misma correspondiente al comienzo del engrane (punto K_2) y $\lambda_{1,s}$ el correspondiente al fin del contacto (punto K_1), el arco de engrane se calcula con (fig. 4-13):

$$A \cdot E_{.1} = | \lambda_{1,s} - \lambda_{1,0} | \cdot R_1 \quad (4\text{-}73)$$

En lo que respecta al parámetro $\lambda_{1,0}$ se calcula con la primera (4-71) haciendo $\tau = 0$, y $\lambda_{1,s}$ con la misma expresión y $\tau = s$; donde s es la duración de engrane.

Para la rueda 2, haciendo análogas consideraciones, se calcula el arco de engrane con:

$$A \cdot E_{.2} = | \lambda_{2,s} - \lambda_{2,0} | \cdot R_2 \quad (4\text{-}74)$$

donde $\lambda_{2,0}$ y $\lambda_{2,s}$ corresponden respectivamente a los puntos K_2 ($\tau = 0$) y K_1 ($\tau = s$). El valor de los mismos se calcula con la primera de las (4-72).

En lo que se refiere al *arco de acceso* de la rueda motora 1 se lo define como la longitud del arco de circunferencia primitiva recorrido por un punto de la misma desde el comienzo de la acción (punto K_2) hasta el instante en que el contacto se verifica sobre J_1, es decir:

$$A \cdot A_{.1} = | \lambda_1^* - \lambda_{1,0} | \cdot R_1 \quad (4\text{-}75)$$

La diferencia entre el arco de engrane y el arco de acceso es el *arco de receso*, o sea:

$$A \cdot R_{.1} = A \cdot E_{.1} - A \cdot A_{.1} = | \lambda_{1,s} - \lambda_1^* | \cdot R_1 \qquad (4\text{-}76)$$

donde λ_1^* puede calcularse directamente con la (4-63).

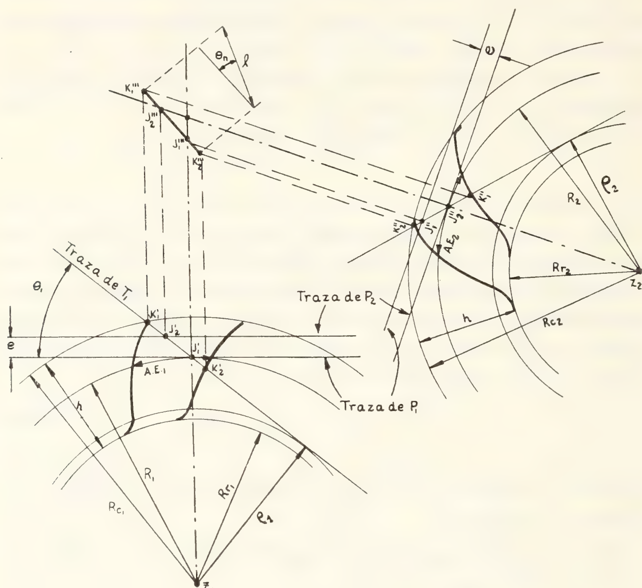


Fig. 4-13

4.3.4. *Radios activos*

El comienzo del contacto sobre el helicoide H_1 se verifica sobre un punto denominado *punto activo de pie*. Sus coordenadas curvilíneas $\lambda_{1,0}$ y $Z_{1,0}$ se obtiene haciendo $\tau = 0$ en las ecuaciones del sistema (4-71) y permiten a su vez, empleando las ecuaciones del sistema (4-54), calcular las coordenadas cartesianas $X_{1,0}$ e $Y_{1,0}$ del mismo punto. El radio correspondiente, denominado *radio activo de pie*, se calcula entonces con la fórmula pitagórica:

$$R_{1,0} = \sqrt{X^2_{1,0} + Y^2_{1,0}} \qquad (4\text{-}77)$$

Para la rueda 2 se calculan análogamente $\lambda_{2,s}$ y $Z_{2,s}$ haciendo $\tau = s$ en el sistema (4-72) y luego con las ecuaciones del sistema (4-56) se obtienen $X_{2,s}$ e $Y_{2,s}$. Finalmente el *radio activo de pie* de la rueda 2 se calcula con:

$$R_{2,s} = \sqrt{X^2_{2,s} + Y^2_{2,s}} \qquad (4\text{-}78)$$

4.3.5. *Anchos útiles de las ruedas*

El ancho útil de las ruedas puede calcularse por dos procedimientos. El primero consiste en proyectar la longitud l de la línes de engrane sobre el eje Z. Para la rueda 1, por ejemplo, se tiene:

$$A \cdot U._1 = l\,\gamma_{n1} \qquad (4\text{-}79)$$

y para la rueda 2

$$A \cdot U._2 = l\,\gamma_{n2} \qquad (4\text{-}80)$$

donde:

$$l = t_n \cdot s \cdot \cos\theta_n$$

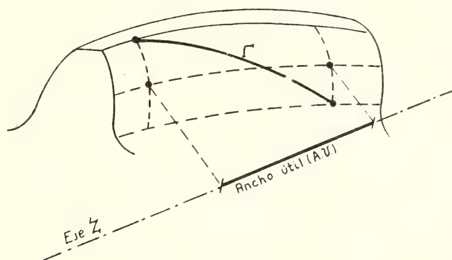


Fig. 4-14

El segundo procedimiento se reduce a proyectar la curva de contacto sobre el eje Z (fig. 4-14). Para ello es necesario conocer las coordenadas Z de sus puntos extremos. Para la rueda 1, por ejemplo, se tiene:

$$A \cdot U._1 = | Z_{1,s} - Z_{1,0} | \qquad (4\text{-}80a)$$

donde $Z_{1,s}$ y $Z_{1,0}$ se obtienen haciendo $\tau = s$ y $\tau = 0$, respectivamente, en la segunda ecuación del sistema (4-71).

Para la rueda 2, se tiene análogamente:

$$A \cdot U._2 = | Z_{2,s} - Z_{2,0} \qquad (4\text{-}80b)$$

4.3.6. *Radios de curvaturas*

El conocimiento de los radios principales de curvatura de los helicoidales H_1 y H_2 en los puntos de contacto es de primordial importancia en la determinación del estado de tensión originado por dicho contacto.

La *curvatura mínima* en un punto cualquiera del helicoide es nula, correspondiendo a la intersección del helicoide con un plano normal al mismo que contiene a la generatriz que pasa por el punto.

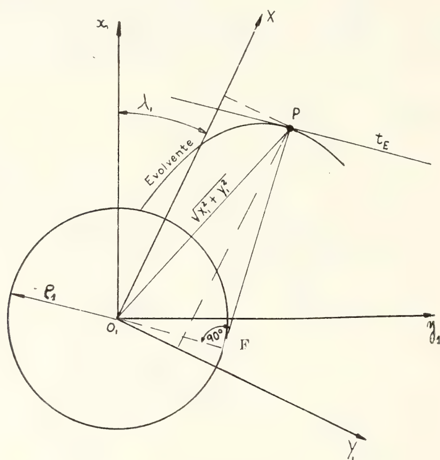


Fig. 4-15

Para determinar la curvatura, o lo que es equivalente el radio de curvatura mínima, se harán las consideraciones que siguen. Si se intercepta el helicoide H_1, por ejemplo, con un plano normal al eje Z_1, se obtiene una evolvente (fig. 4-15). El radio de curvatura en un punto P de la misma se calcula:

$$\overline{PF} = \sqrt{\overline{O_1P}^2 - \overline{O_1F}^2}$$

Y siendo X_1 e Y_1 las coordenadas del punto P, se tiene:

$$\overline{PF} = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2 - \rho_1^2}$$

Si se intercepta ahora el helicoide H_1 con un plano que pase por P y sea normal a la generatriz, el radio de curvatura de dicha intersección es el radio de curvatura mínimo ρ_{1c} del helicoide en dicho punto. Aplicando el teorema de Meusnier, dicho radio principal está ligado al radio de curvatura de la envolvente, antes calculado, por la relación (fig. 4-16):

$$\rho_{1c} = \frac{\overline{PF}}{\cos \psi_{b1}} = \frac{1}{\cos \psi_{b1}} \sqrt{X_1^2 + Y_1^2 - \rho_1^2} \qquad (4\text{-}82)$$

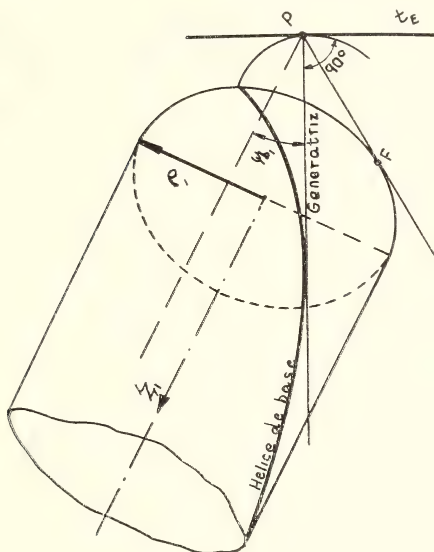


Fig. 4-16

donde ψ_{b1} es la inclinación de la hélice de base del helicoide, vinculada a ψ_1 por la fórmula (2-7). Para calcular ρ_{1c} en los puntos de la curva de contacto deben determinarse las coordenadas curvilíneas (Z_1, λ_1) de la misma mediante las (4-71) haciendo variar el parámetro desde $\tau = 0$ a $\tau = s$ y reemplazarse dichos valores en las ecuaciones del sistema (4-54). Conocidos X_1 e Y_1 se emplea finalmente la (4-82).

Para calcular el radio de curvatura principal mínimo en el helicoide H_2 se razona en forma paralela, obteniéndose la fórmula:

$$\rho_{2c} = \frac{1}{\cos \psi_{b2}} \sqrt{X_2^2 + Y_2^2 - \rho_2^2} \qquad (4\text{-}83)$$

La (4-83) se aplica en forma similar a la (4-82).

4.3.7. *Angulo formado por los planos de curvatura principal de los helicoides en los puntos de contacto*

El ángulo en cuestión tiene importancia a los efectos del cálculo de las tensiones de contacto elástico mediante las fórmulas de Hertz.

Es evidente por otra parte que dicho ángulo es igual al formado por las generatrices g_1 (helicoide H_1) y g_2 (helicoide H_2) pasantes por el punto de contacto. Para efectivizar el cálculo de dicho ángulo es necesario determinar previamente los cosenos directores de g_1 y g_2. En consecuencia se procederá por pasos del modo siguiente.

a) Cosenos directores de g_1 en el sistema $O_1x_1y_1z_1$. Considerando que g_1 se obtiene por intersección de los planos N_1 y T_1, sus cosenos de dirección se obtienen a partir de los cosenos de dirección de las normales a dichos planos.

Para la normal a N_1, se tiene según las (4-22):

$$\cos \alpha_{N1} = \operatorname{sen} \theta_n$$
$$\cos \beta_{N1} = - \cos \theta_n \cos \psi_1$$
$$\cos \gamma_{N1} = - \operatorname{sen} \theta_n \operatorname{sen} \psi_1$$

Y para la normal a T_1, partiendo de la ecuación (4-10c) se deduce:

$$\left\{ \begin{aligned} \cos \alpha_{T1} &= \cos \theta_1 \\ \cos \beta_{T1} &= \operatorname{sen} \theta_1 \\ \cos \gamma_{T1} &= 0 \end{aligned} \right. \qquad (4\text{-}84)$$

Los signos adoptados para los cosenos de la normal al plano T_1 implican la adopción de un versor $\vec{t_1}^\circ$ orientado de modo que se proyecte positivamente sobre el eje O_1x_1 (fig. 4-17). Siendo $\vec{n}^\circ$ el versor orientador de la normal al plano N_1, llamando $\vec{g_1}^\circ$ al versor correspondiente a la generatriz g_1, y puesto que $\vec{n}^\circ$, $\vec{t_1}^\circ$ y $\vec{g_1}^\circ$ forman una terna trirrectangular, debe cumplirse:

$$\vec{g_1}^\circ = \vec{n}^\circ \wedge \vec{t_1}^\circ$$

Si $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ son los versores de orientación de la terna de referencia, se tiene:

$$\vec{g}_1{}^\circ = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \cos\alpha_{N1} & \cos\beta_{N1} & \cos\gamma_{N1} \\ \cos\alpha_{T1} & \cos\beta_{T1} & \cos\gamma_{T1} \end{vmatrix}$$

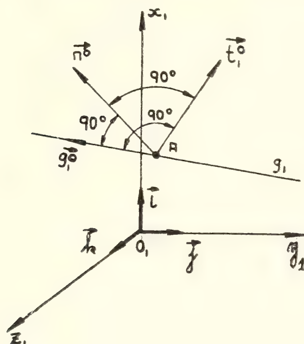


Fig. 4-17

Reemplazando los cosenos del segundo miembro por sus valores explícitos, resulta:

$$\begin{cases} \cos\alpha_{g1} = \operatorname{sen}\theta_1 \cos\theta_n \operatorname{sen}\psi_1 \\ \cos\beta_{g1} = -\cos\theta_n \operatorname{sen}\psi_1 \cos\theta_1 \\ \cos\gamma_{g1} = \operatorname{sen}\theta_n \operatorname{sen}\theta_1 + \cos\theta_n \cos\psi_1 \cos\theta_1 \end{cases} \qquad (4\text{-}85)$$

b) Cosenos directores de g_2 en el sistema de referencia $O_1x_1y_1z_1$. Siendo g_2 la intersección de los planos normales entre sí $N_1 = N_2$ y T_2, se determinarán previamente los cosenos de dirección de las normales a los mismos. Es decir restan por determinar los cosenos de dirección de la normal a T_2. Ello se concreta, partiendo de la ecuación (4-20), del modo siguiente:

$$\begin{cases} \cos\alpha_{T2} = \cos\theta_2 \\ \cos\beta_{T2} = \operatorname{sen}\theta_2 \cos\varphi \\ \cos\gamma_{T2} = \operatorname{sen}\theta_2 \operatorname{sen}\varphi \end{cases} \qquad (4\text{-}86)$$

Los signos adoptados para las (4-86) implican un vector unitario orientado de modo que se proyecte positivamente sobre el eje O_1x_1. Llamando $\vec{g_2}^{\circ}$ al vector unitario orientador de la generatriz g_2, se tiene:

$$\vec{g_2}^{\circ} = \vec{n}^{\circ} \wedge \vec{t_2}^{\circ}$$

de donde:

$$\cos \alpha_{g2} = \cos \beta_{N1} \cos \gamma_{T2} - \cos \beta_{T2} \cos \gamma_{N1}$$

$$\cos \beta_{g2} = \cos \gamma_{N1} \cos \alpha_{T2} - \cos \gamma_{T2} \cos \alpha_{N1}$$

$$\cos \gamma_{g2} = \cos \alpha_{N1} \cos \beta_{T2} - \cos \alpha_{T2} \cos \beta_{N1}$$

Sustituyendo los cosenos por sus formas explícitas y operando, resulta:

$$\left\{ \begin{aligned} \cos \alpha_{g2} &= -\cos \theta_n \operatorname{sen} \theta_2 \operatorname{sen} (\varphi - \psi_1) \\ \cos \beta_{g2} &= -\cos \theta_n \operatorname{sen} \psi_1 \cos \theta_2 - \operatorname{sen} \theta_n \operatorname{sen} \theta_2 \operatorname{sen} \varphi \\ \cos \gamma_{g2} &= \operatorname{sen} \theta_n \operatorname{sen} \theta_2 \cos \varphi + \cos \theta_2 \cos \theta_n \cos \psi_1 \end{aligned} \right. \qquad (4\text{-}87)$$

c) Angulo formado por las generatrices g_1 y g_2. El coseno del ángulo pedido se calcula fácilmente mediante la conocida fórmula:

$$\cos (\widehat{g_1, g_2}) = \cos \alpha_{g1} \cos \alpha_{g2} + \cos \beta_{g1} \cos \beta_{g2} + \\ + \cos \gamma_{g1} \cos \gamma_{g2} \qquad (4\text{-}88)$$

donde los cosenos directores de g_1 y g_2, se calculan con las (4-85) y (4-87), respectivamente.

4.3.8. *Distancia de la línea de engrane al eje* x_1

La distancia Δ entre la línea de engrane "n" y el eje x_1 es igual a la distancia entre dicho eje y un plano vertical que contiene a la línea de engrane. La forma "normal de Hesse" (Hütte, I, pág. 143, edic. 1938) de la ecuación de dicho plano es:

$$y_1 \cos \beta_\Delta + z_1 \cos \gamma_\Delta = \Delta \qquad (4\text{-}89)$$

donde $\cos \beta_\Delta$ y $\cos \gamma_\Delta$ son los cosenos directores del plano en cuestión, o lo que es lo mismo, son los cosenos directores de la recta sostén de la distancia Δ. En consecuencia, la condición de ortogonalidad entre esta última recta y la recta "n" de engrane exige que se cumpla:

$$\beta_{n1} \cos \beta_\Delta + \gamma_{n1} \cos \gamma_\Delta = 0 \qquad (4\text{-}90)$$

Orientando la recta sostén de Δ mediante un vector unitario $\vec{\Delta}^{\circ}$ (fig. 4-18) tal que:

$$\beta_{\Delta} = 90^{\circ} + \gamma_{\Delta}$$

de donde:

$$\cos \beta_{\Delta} = - \operatorname{sen} \gamma_{\Delta}$$

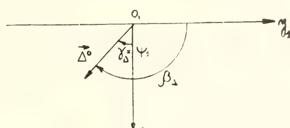


Fig. 4-18

y como por las (4-22) se tiene:

$$\gamma_{n1} = - \cos \theta_n \operatorname{sen} \psi_1$$

$$\beta_{n1} = - \cos \theta_n \cos \psi_1$$

resulta:

$$\operatorname{tg} \gamma_{\Delta} = \operatorname{tg} \psi_1$$

$$\therefore \gamma_{\Delta} = \psi_1$$

Por lo tanto:

$$\cos \beta_{\Delta} = - \operatorname{sen} \psi_1 \qquad \cos \gamma_{\Delta} = \cos \psi_1 \tag{4-91}$$

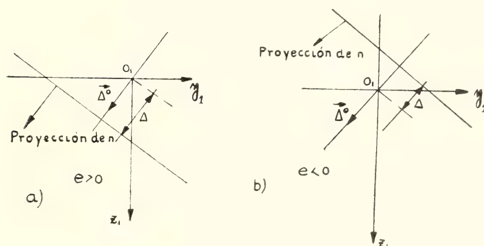


Fig. 4-19

Como por otra parte las coordenadas del punto J_1, contenido en la recta "n", deben satisfacer a la ecuación (4-89), se tiene:

$$\Delta = \frac{e \cos \psi_1}{\operatorname{sen} \varphi \operatorname{tg} \theta_2} \tag{4-92}$$

La (4-92) indica que si $e > 0$, es decir $d > R_1 + R_2$, la distancia Δ es positiva, midiéndose desde el eje x_1, con el sentido del versor $\overrightarrow{\Delta^{\circ}}$. Si en cambio $e < 0$, Δ es negativo y se mide desde el eje x_1, con sentido contrario a Δ° (fig. 4-19). Si $e = 0$, la distancia Δ es nula y la línea de engrane corta al eje x_1.

4.3.9. *Interferencia teórica - Número mínimo de dientes*

El engrane correcto del par de ruedas dentadas exige que los perfiles se mantengan constantemente tangentes mientras dura el contacto. Si ello no sucede, se dice que existe *interferencia*. Se considerará en este estudio la *interferencia teórica*, es decir la que se produce entre las superficies helicoidales H_1 y H_2, sin tratar la que ocasionalmente se produce entre la cabeza de un diente y el enlace de pie del diente conjugado. Sobre la base del fenómeno de la interferencia teórica se determinarán los números mínimos n_1 y n_2 de las ruedas del par. Se comenzará por $n_{1\,min}$.

La condición de no interferencia entre la cabeza del diente de la rueda 2 y la raíz del diente de la rueda 1 exige que el punto K_2 se encuentre a una distancia del plano $O_1z_1y_1$ superior a $\rho_1 \cos\theta_1$ (fig. 4-20). Es decir, para el punto K_2 debe verificarse:

$$x_1 \geq \rho_1 \cos\theta_1 = R_1 \cos^2\theta_1 \qquad (4\text{-}93)$$

La coordenada x_2 del punto K_2 es, según las (4-35):

$$x_2 = R_2 \cos^2\theta_2 \left[1 + \operatorname{tg}\theta_2 \sqrt{\left(\frac{R_{c2}}{\rho_2}\right)^2 - 1}\right]$$

y como:

$$x_1 = d - x_2$$

se tiene:

$$d - R_2 \cos^2\theta_2 \left[1 + \operatorname{tg}\theta_2 \sqrt{\left(\frac{R_{c2}}{\rho_2}\right)^2 - 1}\right] \geq R_1 \cos^2\theta_2 \qquad (4\text{-}94)$$

considerando que:

$$R_1 = \frac{M_n\, n_1}{2\cos\psi_1} \qquad R_2 = \frac{M_n\, n_2}{2\cos\psi_2}$$

y haciendo:

$$\overline{a_1} = \frac{a_1}{M_n} \qquad \overline{a_2} = \frac{a_2}{M_n}$$

donde a_1 y a_2 son las alturas de cabeza de los dientes de las ruedas 1 y 2 respectivamente, el factor radical incluido en la (4-94) se transforma del modo que sigue:

$$\sqrt{\left(\frac{R_{c2}}{\rho_2}\right)^2 - 1} = \frac{1}{n_2 \cos \theta_2} \sqrt{n_2^2 \operatorname{sen}^2 \theta_2 + 4\bar{a}_2 n_2 \cos \psi_2 + 4\bar{a}_2^2 \cos^2 \psi_2}$$

Haciendo provisoriamente:

$$\bar{R} = \sqrt{n_2^2 \operatorname{sen}^2 \theta_2 + 4\bar{a}_2 n_2 \cos \psi_2 + 4\bar{a}_2^2 \cos^2 \psi_2}$$

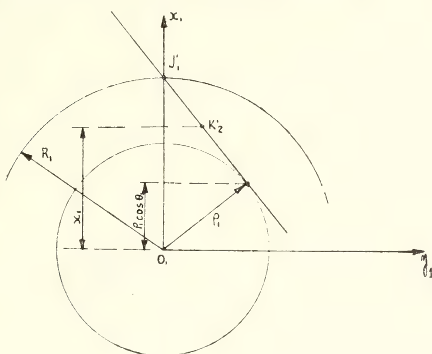


Fig. 4-20

sustituyendo en la (4-94) tomada con el signo igual a los efectos de trabajar en la condición límite que conduce a la determinación del número mínimo de dientes de la rueda 1 y operando algebraicamente se tiene:

$$\frac{\operatorname{sen}^4 \theta_1}{\cos^2 \psi_1} n_1^2 + 2 \frac{\operatorname{sen}^2 \theta_1 \operatorname{sen}^2 \theta_2}{\cos \psi_1 \cos \psi_2} n_1 n_2 + 4 \frac{\varepsilon \operatorname{sen}^2 \theta_1}{\cos \psi_1} n_1 +$$

$$+ 4 \frac{\varepsilon \operatorname{sen}^2 \theta_2}{\cos \psi_2} n_2 + 4\varepsilon^2 = 4\bar{a}_2 \frac{\operatorname{sen}^2 \theta_2}{\cos \psi_2} + 4\bar{a}_2^2 \operatorname{sen}^2 \theta_2$$

Haciendo:

$$\left\{ \begin{aligned} j_1 &= \frac{\operatorname{sen}^2 \theta_1}{\cos \psi_1} \\ j_2 &= \frac{\operatorname{sen}^2 \theta_2}{\cos \psi_2} \end{aligned} \right. \tag{4-95}$$

se obtiene por último:

$$j_1^2 n_1^2 + 2 j_1 j_2 n_1 n_2 + 4 \varepsilon j_1 n_1 + 4 (\varepsilon - \overline{a_2}) j_2 n_2 + \\ + 4 (\varepsilon^2 - \overline{a_2}^2 \operatorname{sen}^2 \theta_2) = 0 \qquad (4\text{-}96)$$

La ecuación (4-96) es una función cuadrática que investigada a través de sus coeficientes demuestra corresponder a una hipérbola. Llevando en abscisas, como variable independiente, el número de dientes n_2 y en ordenadas al número $n_1 = n_{1\ min}$, la rama de la hipérbola con significado físico se ubica más precisamente mediante los siguiente datos:

a) Centro de la hipérbola
Sus coordenadas son:

$$\left\{ \begin{aligned} n_{10} &= - \frac{\varepsilon - \overline{a_2}}{j_1} \\ n_{20} &= - \frac{2 \overline{a_2}}{j_2} \end{aligned} \right. \qquad (4\text{-}97)$$

b) Coordenadas de las intersecciones de la hipérbola con el eje n_1.

$$\left\{ \begin{aligned} n_2 &= 0 \\ n_1 &= \frac{2}{j_1} (- 2\varepsilon \pm \overline{a_2} \operatorname{sen} \theta_2) \end{aligned} \right. \qquad (4\text{-}98)$$

c) Intersección de la hipérbola con el eje n_2.

$$\left\{ \begin{aligned} n_1 &= 0 \\ n_2 &= - \frac{\varepsilon^2 - \overline{a_2} \operatorname{sen}^2 \theta_2}{(\varepsilon - \overline{a_2}) j_2} \end{aligned} \right. \qquad (4\text{-}99)$$

d) Asíntota horizontal de la hipérbola.

La ordenada $n_{1\infty}$ que ubica a dicha asíntota se calcula con la fórmula:

$$n_{1\infty} = - \frac{2}{j_1} (\varepsilon - \overline{a_2}) \qquad (4\text{-}100)$$

En el gráfico de la fig. (4-21) se ha indicado la forma aproximada de la hipérbola suponiendo:

$$\varepsilon = 0$$

La ecuación (4-96) toma para este caso particular la forma siguiente:

$$j_1^2 n_1^2 + 2 j_1 j_2 n_1 n_2 - 4 \overline{a_2} j_2 n_2 - 4 \overline{a_2}^2 \operatorname{sen}^2 \theta_2 = 0 \qquad (4\text{-}101)$$

donde las intersecciones con el eje n_1 tienen como abscisas:

$$n_1 = \pm \frac{2}{\dot{j}_1} \overline{a}_2 \operatorname{sen} \theta_2$$

y la intersección con el eje n_2:

$$n_2 = - \frac{\overline{a}_2 \operatorname{sen}^2 \theta_2}{\dot{j}_2} = - \overline{a}_2 \cos \psi_2$$

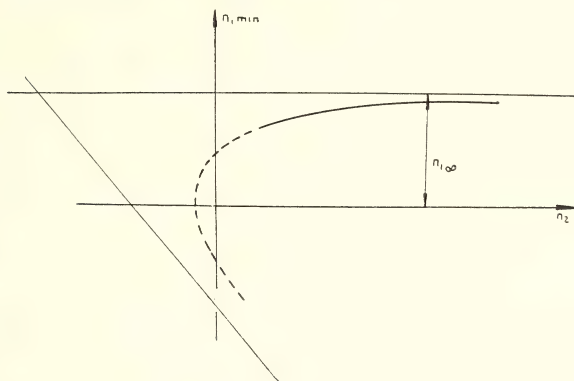


Fig. 4 - 21

En cuanto a la ordenada de la asíntota horizontal, su valor es:

$$n_{1\infty} = \frac{2}{\dot{j}_1} \overline{a}_2 \qquad (4\text{-}102a)$$

Si se introduce la forma explícita del factor j_1, se tiene:

$$n_{1\infty} = \frac{2\overline{a}_2 \cos \psi_1}{\operatorname{sen}^2 \theta_1} \qquad (4\text{-}102b)$$

Si particularizando aún más, se considera que la rueda 1 es de dientes rectos, con lo cual $\psi_1 = 0$ y $\operatorname{sen} \theta_1 = \operatorname{sen} \theta_n$, se llega a:

$$n_{1\infty} - \frac{2\overline{a}_2}{\operatorname{sen}^2 \theta_n} \qquad (4\text{-}102c)$$

La (4-102c) es la conocida fórmula empleada para calcular el número mínimo de dientes de un piñón que puede engranar sin interferencia con una cremallera.

Cualquier otro caso particular de interés práctico se podrá siempre resolver a partir de la (4-96). Es decir, se podrá obtener el número mínimo de dientes de la rueda 1 capaz de engranar sin interferencia con una rueda de n_2 dientes.

En forma paralela podrá llevarse adelante el cálculo del número mínimo de dientes de la rueda 2. La expresión resultante es la siguiente:

$$j_2^2\, n_2^2 + 2 j_1\, j_2\, n_1\, n_2 + 4\varepsilon \cdot j_2\, n_2 + 4\,(\varepsilon - \overline{a_1})\, j_1\, n_1 + \\ + 4\,(\varepsilon^2 - a_1^2 \operatorname{sen}^2 \theta_1) = 0 \qquad (4\text{-}103)$$

La importante ordenada de la asíntota paralela al eje n_1 tiene en este caso el valor:

$$n_{2\infty} = -\frac{2}{j_2}\,(\varepsilon - \overline{a_1}) \qquad (4\text{-}104)$$

5. ANALISIS CINEMATICO

El análisis cinemático del mecanismo constituido por un par de ruedas helicoidales conjugadas de ejes alabeados se reduce esencialmente a la determinación de las características del movimiento relativo entre los dos elementos del par. Las condiciones en que dicho movimiento relativo se verifica al nivel del punto de contacto entre los flancos helicoidales de los dientes, gravita decisivamente sobre el régimen de rozamiento, lubricación y desgaste de los dientes y determina en gran medida el rendimiento del par.

5.1. *Estudio analítico del movimiento relativo entre las ruedas*

Sean $\vec{\Omega}_1$ y $\vec{\Omega}_2$ los vectores que individualizan las *rotaciones absolutas* de las ruedas 1 y 2 respectivamente. Se entiende por rotación absoluta la rotación con respecto a un común bastidor fijo. En forma simbólica se representan dichos movimientos del modo que sigue:

$$\frac{\text{Rueda 1}}{\text{Bastidor}} = \vec{\Omega}_1 \qquad \frac{\text{Rueda 2}}{\text{Bastidor}} = \vec{\Omega}_2 \qquad (5\text{-}1)$$

Por aplicación del principio de superposición de los movimientos puede escribirse para el *movimiento relativo* de la rueda 2 respecto a la rueda 1:

$$\frac{\text{Rueda 2}}{\text{Rueda 1}} = \frac{\text{Rueda 2}}{\text{Bastidor}} + \frac{\text{Bastidor}}{\text{Rueda 1}} \qquad (5\text{-}2)$$

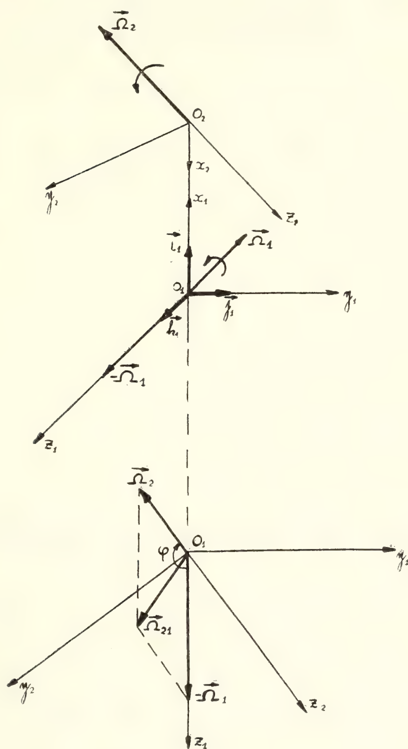


Fig. 5-1

donde el signo más implica exclusivamente superposición. La (5-2) expresa que el movimiento relativo citado se obtiene mediante la superposición del movimiento indicado por la segunda (5-1) y el movimiento *inverso* al representado por la primera (5-1). Es decir, el

sistema constituido por las dos rotaciones $(\vec{\Omega}_2, -\vec{\Omega}_1)$ de sostenes alabeados define al movimiento relativo en cuestión. La mejor comprensión del mismo exige su reducción a un punto arbitrario que por comodidad se elegirá coincidente con el origen del sistema de coordenadas $O_2x_2y_2z_2$. Trabajando en el marco de la terna de referencia $O_1x_1y_1z_1$, representada vectorialmente mediante la terna de vectores unitarios $(\vec{i}_1, \vec{j}_1, \vec{k}_1)$, la velocidad del punto O_2 respecto al punto O_1 queda definida por:

$$\vec{V}_{02} = -\vec{\Omega}_1 \wedge (O_2 - O_1) \qquad (5\text{-}3)$$

Siendo (fig. 5-1) *

$$(\overrightarrow{O_2 - O_1}) = (R_1 + R_2 + e)\,\vec{i}_1 = \vec{d}\,i_1 \qquad (5\text{-}4)$$

y

$$\omega_1 = \text{mod.}\,\vec{\Omega}_1$$

Se tiene:

$$\vec{V}_{02} = \begin{vmatrix} \vec{i}_1 & \vec{j}_1 & \vec{k}_1 \\ 0 & 0 & \omega_1 \\ d & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Resulta así:

$$\vec{V}_{02} = \omega_1\, d\, \vec{j}_1 \qquad (5\text{-}5)$$

El sistema constituido por la (5-5) y la:

$$\vec{\Omega}_{21} = \vec{\Omega}_2 - \vec{\Omega}_1 \qquad (5\text{-}6)$$

define el *estado de velocidad reducido al punto O_2* correspondiente al movimiento de la rueda 2 respecto de la rueda 1. El movimiento relativo así reducido es un movimiento *rototraslatorio*.

Para transformarlo a movimiento helicoidal es necesario determinar la posición del eje central del sistema de vectores definitorio del movimiento. Es obvio que dicho eje central es paralelo al vecto rotación $\vec{\Omega}_{21}$ e intercepta a la normal común a las rotaciones $\vec{\Omega}_2$ y $-\vec{\Omega}_1$ en un punto O_3 cuya ubicación respecto al centro de reducción O_2 queda vectorialmente efectuada mediante la expresión (ver "Mecánica-Racional" de Longhini, tomo II, pág. 350, edición 1940):

$$(\overrightarrow{O_3 - O_2}) = \frac{\vec{\Omega}_{21} \wedge \vec{V}_n}{\omega^2{}_{21}} \qquad (5\text{-}7)$$

* En la elección de sentidos y signos se mantienen siempre las convenciones establecidas en los puntos (3-1) y (3-2).

donde $\vec{V}_n$ es la componente de la velocidad $\vec{V}_{02}$ según la dirección de la normal a $\vec{\Omega}_{21}$ y ω_{21} es el módulo de este último vector (fig. 5-2). La (5-7) admite la siguiente transformación:

$$\overrightarrow{(O_3 - O_2)} = \frac{\vec{\Omega}_{21} \wedge (\vec{V}_{02} - \vec{V}_t)}{\omega^2_{21}}$$

Fig. 5 - 2

donde $\vec{V}_t$ es la componente de $\vec{V}_{02}$ según la dirección de la rotación $\vec{\Omega}_{21}$. En consecuencia:

$$\overrightarrow{(O_3 - O_2)} = \frac{\vec{\Omega}_{21} \wedge \vec{V}_{02}}{\omega^2_{21}} \qquad (5\text{-}8)$$

El cálculo de la (5-8) exige las determinaciones siguientes:

a) $\vec{\Omega}_2 = - \omega_2 \cos (\varphi - 90^\circ)\, \vec{j}_1 - \omega_2 \operatorname{sen} (\varphi - 90^\circ)\, \vec{k}_1$

$$\therefore \vec{\Omega}_2 = - \omega_2 \operatorname{sen} \varphi\, \vec{j}_1 + \omega \cos \varphi\, \vec{k}_1 \qquad (5\text{-}9)$$

b) $- \vec{\Omega}_1 = \omega_1 \vec{k}_1$ (5-10)

c) $\vec{\Omega}_{21} = \vec{\Omega}_2 - \vec{\Omega}_1$

$$\therefore \vec{\Omega}_{21} = - \omega_2 \operatorname{sen} \varphi\, \vec{j}_1 + (\omega_2 \cos \varphi + \omega_1)\, \vec{k}_1 \qquad (5\text{-}11)$$

Es decir:

$$\begin{cases} \omega_{21x} = 0 \\ \omega_{21y} = -\omega_2 \operatorname{sen} \varphi \\ \omega_{21z} = \omega_2 \cos \varphi + \omega_1 \end{cases} \tag{5-12}$$

de donde:

$$\omega^2_{21} = \omega_2^2 + \omega_1^2 + 2\omega_2\,\omega_1 \cos \varphi \tag{5-13}$$

Sustituyendo las expresiones anteriores en la (5-8), se tiene:

$$\overrightarrow{(O_3 - O_2)} = \frac{1}{\omega^2_{21}} \begin{vmatrix} \vec{i}_1 & \vec{j}_1 & \vec{k}_1 \\ 0 & -\omega_2 \operatorname{sen} \varphi & \omega_2 \cos \varphi + \omega_1 \\ 0 & \omega_1\, d & 0 \end{vmatrix}$$

Operando se llega a:

$$\overrightarrow{(O_3 - O_2)} = -\frac{\omega_1 (\omega_2 \cos \varphi + \omega_1)\, d}{\omega_2^2 + \omega_1^2 + 2\omega_2\,\omega_1 \cos \varphi}\, \vec{i}_1 \tag{5-14a}$$

Introduciendo la relación de transmisión $k = \frac{\omega_2}{\omega_1}$, la (5-14a) se escribe:

$$\overrightarrow{(O_3 - O_2)} = -\frac{k \cos \varphi + 1}{k^2 + 2k \cos \varphi + 1}\, d\, \vec{i}_1 \tag{5-14b}$$

Con relación al centro de coordenadas O_1, la posición del punto O_3 del eje del movimiento helicoidal relativo se determina fácilmente del modo que sigue:

$$\overrightarrow{(O_3 - O_1)} = \overrightarrow{(O_3 - O_2)} + \overrightarrow{(O_2 - O_1)}$$

Empleando las (5-4) y (5-14b) se obtiene:

$$\overrightarrow{(O_3 - O_1)} = \frac{k (k + \cos \varphi)}{k^2 + 2k \cos \varphi + 1}\, d\, \vec{i}_1 \tag{5-15}$$

Restan por determinar los cosenos directores del eje del movimiento. Dicho eje es paralelo a la rotación $\vec{\Omega}_{21}$ y si se le asigna un sentido coincidente con el del vector unitario $\vec{\Omega}^{\circ}_{21}$, sus cosenos de dirección se obtienen a partir de las (5-12) y (5-13):

$$\left\{\begin{aligned} \cos \alpha_\omega &= \frac{\omega_{21x}}{\omega_{21}} = 0 \\ \cos \beta_\omega &= \frac{\omega_{21y}}{\omega_{21}} = \frac{-k \operatorname{sen} \varphi}{\sqrt{k^2 + 2k \cos \varphi + 1}} \\ \cos \gamma_\omega &= \frac{\omega_{21z}}{\omega_{21}} = \frac{k \cos \varphi + 1}{\sqrt{k^2 + 2k \cos \varphi + 1}} \end{aligned}\right. \tag{5-16}$$

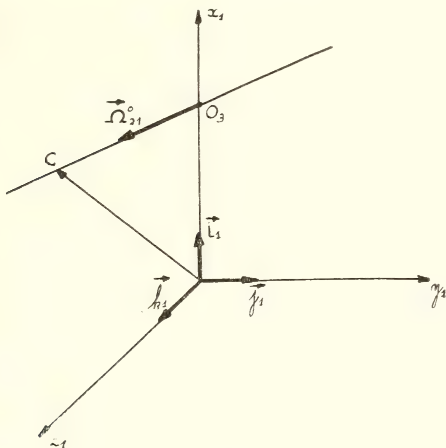


Fig. 5-3

La inspección de las (5-16) demuestra que se verifica la condición necesaria:

$$\cos^2 \alpha_\omega + \cos^2 \beta_\omega + \cos^2 \gamma_\omega = 1 \tag{5-17}$$

En función de lo hasta aquí deducido la ecuación vectorial del eje del movimiento helicoidal se escribe (fig. 5-3):

$$(C - O_1) = (O_3 - O_1) + \mu \, \vec{\Omega}^\circ_{21}$$

donde μ es un parámetro numérico indeterminado y:

$$\vec{\Omega}^\circ_{21} = \cos \alpha_\omega \, \vec{i}_1 + \cos \beta_\omega \, \vec{j}_1 + \cos \gamma_\omega \, \vec{k}_1 \tag{5-18}$$

Para que el movimiento helicoidal quede completamente determinado es necesario calcular la *traslación* $\vec{V}_t$. Para ello se procede como sigue:

$$\vec{V}_t = (\vec{V}_{02} \times \vec{\Omega}°_{21})\, \vec{\Omega}°_{21}$$

$$\therefore\ \vec{V}_t = (V_{02x} \cos \alpha_\omega + V_{02y} \cos \beta_\omega + V_{02z} \cos \varphi_\omega)\, \vec{\Omega}°_{21}$$

Por otra parte, de la (5-5) se desprende:

$$V_{02x} = V_{02z} = 0$$

$$V_{02y} = \omega_1\, d$$

de donde:

$$\vec{V}_t = -\frac{\omega_1\, k \operatorname{sen} \varphi}{\sqrt{k^2 + 2k \cos \varphi + 1}}\, d\, \vec{\Omega}°_{21} \qquad (5\text{-}19)$$

En cuanto a las componentes cartesianas de $\vec{V}_t$ en la terna $O_1x_1y_1z_1$ se tiene:

$$V_{tx} = (\vec{V}_t \times \vec{i}_1)\, \vec{i}_1 = -\frac{\omega_1\, k \operatorname{sen} \varphi}{\sqrt{k^2 + 2k \cos \varphi + 1}}\, d\, (\vec{\Omega}°_{21} \times \vec{i}_1)\, \vec{i}_1$$

y como

$$\vec{\Omega}°_{21} \times \vec{i}_1 = \cos \alpha_\omega = 0$$

resulta:

$$V_{tx} = 0 \qquad (5\text{-}20)$$

Por método similar, se deduce:

$$\begin{cases} V_{ty} = \dfrac{k^2 \operatorname{sen}^2 \varphi}{k^2 + 2k \cos \varphi + 1}\, \omega_1\, d \\[2ex] V_{tz} = \dfrac{-k \operatorname{sen} \varphi\, (k \cos \varphi + 1)}{k^2 + 2k \cos \varphi + 1}\, \omega_1\, d \end{cases} \qquad (5\text{-}21)$$

En cuanto a los cosenos directores del vector $\vec{V}_t$, de la (5-19) se desprende que son de igual magnitud y sentido contrario a los cosenos de dirección de $\vec{\Omega}°_{21}$, es decir:

$$\begin{cases} \cos \alpha_V = -\cos \alpha_\omega \\ \cos \beta_V = -\cos \beta_\omega \\ \cos \gamma_V = -\cos \gamma_\omega \end{cases} \qquad (5\text{-}22)$$

En conclusión, el análisis efectuado ha puesto de manifiesto que el movimiento relativo de la rueda 2 respecto de la rueda 1 es un movimiento helicoidal cuyo eje tiene por ecuación a la (5-17) y cuyas

componentes cinemáticas son la rotación $\vec{\Omega}_{21}$ y la traslación $\vec{V}_t$, En lo que respecta a los módulos de estas componentes, se desprende de la (5-13) y de la (5-19), respectivamente:

$$\begin{cases} \operatorname{mod} \vec{\Omega}_{21} = \omega_{21} = \omega_1 \sqrt{k^2 + 2k \cos \varphi + 1} \\ \operatorname{mod} \vec{V}_t = V_t = \dfrac{\omega_1 \, k \operatorname{sen} \varphi}{\sqrt{k^2 + 2k \cos \varphi + 1}} \end{cases} \qquad (5\text{-}23)$$

Debe tenerse presente que todas las características del movimiento estudiado corresponden al movimiento de la rueda 2 respecto a la rueda 1. El movimiento inverso de la rueda 1 respecto de la rueda 2 es, evidentemente, también helicoidal, con el mismo eje y con rotación y traslación iguales y de sentido contrario a las antes obtenidas.

5.2. *Estudio analítico del movimiento relativo en el punto de contacto*

Las características del movimiento relativo entre los flancos helicoidales H_1 y H_2 de los dientes en un punto genérico A de contacto pueden determinarse por dos procedimientos: *a*) a partir de las velocidades absolutas que corresponden a los helicoides en el punto de contacto, *b*) a partir de los elementos antes calculados para el movimiento relativo helicoidal entre las ruedas del par dentado. En consecuencia y a los efectos de utilizar las expresiones y fórmulas desarrolladas en la sección (5-1), se procederá según el segundo método.

El punto genérico A de la línea de contacto se ubica respecto del punto O_3 del eje del movimiento helicoidal mediante la siguiente relación vectorial (fig. 5-4):

$$\overrightarrow{(A - O_3)} = \overrightarrow{(A - O_1)} - \overrightarrow{(O_3 - O_1)}$$

y como:

$$\overrightarrow{(A - O_1)} = \overrightarrow{(A - J_1)} + \overrightarrow{(J_1 - O_1)}$$

resulta:

$$\overrightarrow{(A - O_3)} = \overrightarrow{(A - J_1)} + \overrightarrow{(J_1 - O_1)} - \overrightarrow{(O_3 - O_1)} \qquad (5\text{-}24)$$

La velocidad relativa del helicoide H_2 respecto del helicoide H_1 al nivel del punto común de contacto A, es igual a:

$$\vec{V}_{21} = \vec{V}_t + \vec{\Omega}_{21} \wedge \overrightarrow{(A - O_3)} \qquad (5\text{-}25)$$

y mediante la (5-24):

$$\vec{V}_{21} = \vec{V}_t + \vec{\Omega}_{21} \wedge [\overrightarrow{(A - J_1)} + \overrightarrow{(J_1 - O_1)} - \overrightarrow{(O_3 - O_1)}] \qquad (5\text{-}26)$$

Para transformar la (5-26) es necesario realizar previamente el cálculo de los productos vectoriales indicados en su segundo miembro:

a) El producto

$$\vec{\Omega}_{21} \wedge (\overrightarrow{A - J_1})$$

exige emplear la (4-65)

$$(\overrightarrow{A - J_1}) = \mu_1 \, t_{bn} \, \vec{n}^{\circ}$$

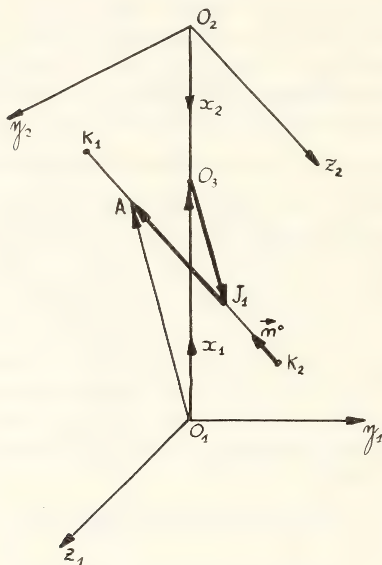


Fig. 5-4

Introduciendo los cosenos de dirección de $\vec{n}^{\circ}$, las componentes cartesiatas de $\vec{\Omega}_{21}$, y operando, resulta:

$$\vec{\Omega}_{21} \wedge (\overrightarrow{A - J_1}) = \mu_1 \, \omega_1 \, t_n \cos^2 \theta_n \, [(k \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \psi_1 + $$

$$+ k \cos \varphi \cos \psi_1 + \cos \psi_1) \, \vec{i}_1 + (k \cos \varphi + 1) \operatorname{tg} \theta_n \, \vec{j}_1 + $$

$$+ k \operatorname{sen} \varphi \operatorname{tg} \theta_n \, \vec{k}_1] \qquad (5\text{-}27)$$

b) El cálculo del producto:

$$\vec{\Omega}_{21} \wedge (\overrightarrow{J_1 - O_1})$$

exige el empleo de las coordenadas (x_1^*, y_1^*) del punto J_1, es decir:

$$(\overrightarrow{J_1 - O_1}) = R_1 \vec{i}_1 + \frac{e \cos \psi_1}{\text{tg}\, \theta_n \,\text{sen}\, \varphi} \vec{k}_1$$

Operando resulta:

$$\vec{\Omega}_{21} \wedge (\overrightarrow{J_1 - O_1}) = \omega_1 \left[- \frac{k\, e \cos \psi_2}{\text{tg}\, \theta_n} \vec{i}_1 + (k \cos \varphi + 1) R_1 j_1 + \right.$$

$$\left. + k R_1 \,\text{sen}\, \varphi \,\vec{k}_1 \right] \tag{5-28}$$

c) En tercer producto vectorial:

$$\vec{\Omega}_{21} \wedge (\overrightarrow{O_3 - O_1})$$

se transforma con el concurso de la (5-15), en la forma que sigue:

$$\vec{\Omega}_{21} \wedge (\overrightarrow{O_3 - O_1}) = \omega_1 \left[-(k \cos \varphi + 1) \frac{k (k + \cos \varphi) d}{k^2 + 2k \cos \psi + 1} \vec{j}_1 - \right.$$

$$\left. - k \,\text{sen}\, \varphi \frac{k (k + \cos \varphi) d}{k^2 + 2k \cos \varphi + 1} \vec{k}_1 \right] \tag{5-29}$$

La introducción de las (5-27), (5-28) y (5-29), juntamente con las (5-20) y (5-21) permite obtener la forma explícita de la velocidad $\vec{V}_{21}$, cuyas componentes cartesianas se expresan finalmente en la forma que sigue:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{21x} = V_{21x}^* + (\tau - \xi_2 + \xi_{12}) \pi \omega_1 M_n \cos \theta_n [k \cos (\varphi - \psi_1) + \cos \psi_1] \\ V_{21y} = V_{21y}^* + (\tau - \xi_2 + \xi_{12}) \pi \omega_1 M_n \cos \theta_n \,\text{sen}\, \theta_n (k \cos \varphi + 1) \\ V_{21z} = V_{21z}^* + (\tau - \xi_2 + \xi_{12}) \pi \omega_1 M_n k \cos \theta_n \,\text{sen}\, \theta_n \,\text{sen}\, \varphi \end{array} \right. \tag{5-30}$$

donde con:

$$\overline{R}_1 = \frac{R_1}{M_n} \qquad \overline{R}_2 = \frac{R_2}{M_n} \qquad \overline{d} = \frac{d}{M_n} \tag{5-31}$$

se tiene:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{21x}^* = - \omega_1 M_n \varepsilon k \cot\text{g}\, \theta_n \cos (\varphi - \psi_1) \\ V_{21y}^* = - \omega_1 M_n [(\overline{d} - \overline{R}_1) k \cos \varphi - \overline{R}_1] \\ V_{21z}^* = - \omega_1 M_n (\overline{d} - \overline{R}_1) k \,\text{sen}\, \varphi \end{array} \right. \tag{5-32}$$

siendo estas últimas las componentes de la velocidad de resbalamiento cuando el punto genérico A de contacto coincide con J_1, es decir, cuando se verifica:

$$\mu_1 = \tau - \xi_2 + \xi_{12} = 0$$

Las importantes expresiones (5-30) permiten calcular en forma exacta el valor de las componentes cartesianas de $\vec{V}_{21}$ en función del parámetro adimensional τ, cuyos valores extremos, en coincidencia con los instantes iniciales y final del contacto son, respectivamente:

$$\tau = 0$$

$$\tau = s$$

En cuanto al módulo o valor absoluto de $\vec{V}_{21}$ se obtiene inmediatamente con:

$$\text{mod } \vec{V}_{21} = V_{21} = \sqrt{V^2_{21x} + V^2_{21y} + V^2_{21z}} \qquad (5\text{-}33)$$

A los efectos de todo estudio o diseño analítico es suficientemente útil trabajar con la *velocidad reducida de deslizamiento*, obtenida como cociente entre el vector $\vec{V}_{21}$ y la magnitud escalar $\omega_1 M_n$. Dicha velocidad reducida se expresará por:

$$\vec{[2,1]} = \frac{\vec{V}_{21}}{\omega_1 M_n} \qquad (5\text{-}34)$$

siendo sus componentes cartesianas en el sistema $O_1x_1y_1z_1$:

$$\left\{\begin{aligned} [2,1]_{x1} &= [2,1]_{x1}^* + (\tau - \xi_2 + \xi_{12}) \pi \cos^2 \theta_n [k \cos (\varphi - \psi_1) + \cos \psi_1] \\ [2,1]_{y1} &= [2,1]_{y1}^* + (\tau - \xi_2 + \xi_{12}) \pi \cos \theta_n \operatorname{sen} \theta_n (k \cos \varphi + 1) \\ [2,1]_{z1} &= [2,1]_{z1}^* + (\tau - \xi_2 + \xi_{12}) \pi k \cos \theta_n \operatorname{sen} \theta_n \operatorname{sen} \varphi \end{aligned}\right. \qquad (5\text{-}35)$$

donde las velocidades reducidas de deslizamiento correspondientes al punto J_1 se expresan por:

$$\left\{\begin{aligned} [2,1]_{x1}^* &= -\varepsilon k \operatorname{cotg} \theta_n \cos (\varphi - \psi_1) \\ [2,1]_{y1}^* &= -(\overline{d} - \overline{R_1}) k \cos \varphi + \overline{R_1} \\ [2,1]_{z1}^* &= -(\overline{d} - \overline{R_1}) k \operatorname{sen} \varphi \end{aligned}\right. \qquad (5\text{-}36)$$

Por otra parre, el módulo o valor absoluto de la velocidad reducida será igual a:

$$\text{mod } \vec{[2,1]} = [2,1] = \sqrt{[2,1]^2_{x1} + [2,1]^2_{y1} + [2,1]^2_{z1}} \qquad (5\text{-}37)$$

En cuanto a los cosenos de dirección del vector $\vec{V}_{21}$ en el sistema O_1 $x_1y_1z_1$ se obtienen fácilmente a partir de las componentes y del módulo de la velocidad reducida $\overrightarrow{[2,1]}$, es decir:

$$\left\{\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{[2,1]_{x1}}{[2,1]} \\ \cos \beta_{21} &= \frac{[2,1]_{y1}}{[2,1]} \\ \cos \gamma_{21} &= \frac{[2,1]_{z1}}{[2,1]} \end{aligned}\right. \qquad (5\text{-}38)$$

La observación detenida de las (5-38) permite obtener una importante conclusión: la velocidad de deslizamiento entre los flancos helicoidales de los dientes varía en forma continua de *dirección* mientras el engrane progresa a lo largo de la dirección $\vec{n}^{\circ}$. Esta condición, que puede resultar de especial significación en numerosos problemas de aplicación, puede ser puesta claramente en evidencia si se recurre al arbitrio de trazar un *diagrama polar* de la velocidad reducida de deslizamiento. Para ello se supondrá el plano del dibujo coincidente con un plano paralelo al plano generador $N_1 = N_2$. Es evidente que sobre dicho plano las velocidades de deslizamiento se proyectan con su magnitud íntegra. Se tomará como polo del diagrama la intersección del plano de proyección con la recta de engrane "n", y el semieje con respecto al cual se ubicará angularmente a las velocidades reducidas, se tomará en coincidencia con la intersección de dicho plano de proyección con un plano horizontal, y orientado por el vector unitario $\vec{\Delta}^{\circ}$ tal que su proyección sobre el eje z_1 sea positiva. Es notorio que dicho vector unitario $\vec{\Delta}^{\circ}$ es coincidente con el versor $\vec{d}_1^{\circ}$ definido en el punto (4.1.2.) (fig. 4-18). Es consecuencia sus cosenos de dirección son:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{\Delta} &= 0 \\ \cos \beta_{\Delta} &= -\operatorname{sen} \psi_1 \\ \cos \gamma_{\Delta} &= \cos \psi_1 \end{aligned} \qquad (5\text{-}39)$$

El ángulo que la velocidad de deslizamiento forma con $\vec{\Delta}^{\circ}$ se calcula por lo tanto del modo siguiente:

$$\cos (\vec{V}_{21}, \vec{\Delta}^{\circ}) = -\operatorname{sen} \psi_1 \cos \beta_{21} + \cos \psi_1 \cos \gamma_{21} \qquad (5\text{-}40)$$

Como es notorio, a un valor dado del coseno corresponden dos ángulos iguales medidos con sentido contrario a partir del semieje de referencia. El valor correcto se determinará considerando el signo de la proyección del vector $\vec{V}_{21}$ sobre el eje O_1x_1 positivo.

El movimiento relativo en el punto de contacto no queda totalmente descripto con la velocidad de resbalamiento $\vec{V}_{21}$. Tal descripción se completa con la rotación relativa $\vec{\Omega}_{21}$. Al respecto es interesante destacar que dicha rotación no es, en general, de dirección coincidente con la dirección del vector unitario $\vec{n}^\circ$.

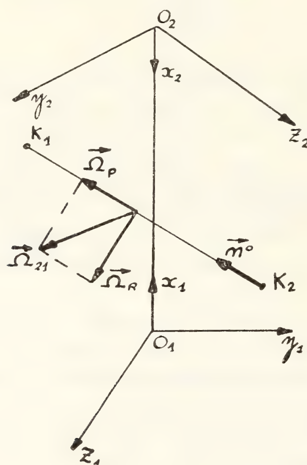


Fig. 5-5

En consecuencia puede descomponerse la rotación $\vec{\Omega}_{21}$ según las direcciones de $\vec{n}^\circ$ y de una normal al mismo contenida en el plano tangente común a los helicoides en el punto de contacto (fig. 5-5), es decir:

$$\vec{\Omega}_{21} = \vec{\Omega}_R + \vec{\Omega}_P \tag{5-41}$$

Donde $\vec{\Omega}_R$ y $\vec{\Omega}_P$ definen las componentes del movimiento relativo caracterizados respectivamente como *rodamiento puro y pivotamiento.*

El cálculo de la componente $\vec{\Omega}_P$ se encara sencillamente proyectando la rotación sobre la dirección $\vec{n}^\circ$, o sea:

$$\Omega_P = (\vec{\Omega}_{21} \times \vec{n}^\circ)\,\vec{n}^\circ$$

Realizando el producto escalar indicado se determina la intensidad y sentido del pivotamiento:

$$\omega_P = (\vec{\Omega}_{21} \times \vec{n}^{\circ}) = \omega_{21} (\cos \alpha_\omega \cdot \alpha_{n1} + \cos \beta_\omega \cdot \beta_{n1} + \cos \gamma_\omega \cdot \gamma_{n1})$$

Sustituyendo los cosenos por sus valores explícitos según las (4-22) y (5-16), resulta:

$$\omega_P = \cos \theta_n \, [k \operatorname{sen} (\varphi - \psi_1) - \operatorname{sen} \psi_1] \, \omega_1 \qquad (5\text{-}43)$$

En cuanto a la componente de rodamiento puro, se obtiene fácilmente por diferencia de vectores:

$$\vec{\Omega}_R = \vec{\Omega}_{21} - \vec{\Omega}_P \qquad (5\text{-}44)$$

siendo su módulo:

$$\omega_R = \sqrt{\omega^2_{21} - \omega_P{}^2} \qquad (5\text{-}45)$$

En las expresiones anteriores debe calcularse ω_{21} con la primera (5-23).

6. ANALISIS ESTATICO

En todo par cinemático que actúa por contacto directo se ejercen a través de los elementos geométricos del contacto acciones estáticas cuyo conocimiento es necesario a los efectos del estudio resistente, dinámico y del rendimiento del par.

6.1. *Cálculo de las fuerzas*

A través del punto de contacto entre los flancos helicoidales del par de dientes conjugados y en la dirección de la normal común actúa una fuerza $\vec{F}_n$ cuyo sentido se tomará coincidente con el de la acción que ejerce la rueda 1 sobre la rueda 2 (fig. 6-1). Si se invierte el sentido, la fuerza así representada corresponde a la reacción de la rueda 2 sobre la rueda 1. Por otra parte, dado que las superficies de los flancos no son lisas, será necesario considerar la existencia de una fuerza de frotamiento $\vec{W}$ que se opone al movimiento relativo entre los flancos. En lo que sigue se asigna a $\vec{W}$ el sentido que corresponde a *la acción de arrastre* de la rueda 1 respecto a la 2, es decir, el sentido de $\vec{W}$ es el que corresponde a la velocidad reducida de resbalamiento:

$$[\vec{1,2}] = -[\vec{2,1}] \qquad (6\text{-}1)$$

En consecuencia la fuerza total que el diente de la rueda 1 ejerce sobre el diente de la 2 es (fig. 6-1):

$$\vec{F}_I = \vec{F}_n + \vec{W} \tag{6-2}$$

Con:

$$\vec{F}_n = F_n \cdot \vec{n}^\circ \tag{6-3}$$

y

$$\vec{W} = f\, F_n\, \overrightarrow{[1,2]}^\circ \tag{6-4}$$

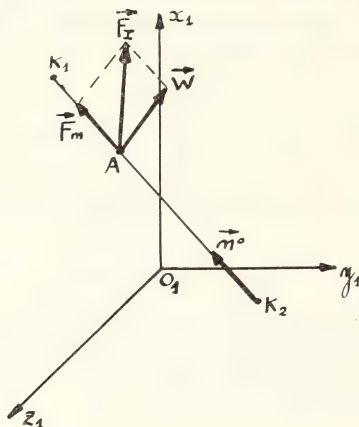


Fig. 6-1

Donde F_n es el módulo de la fuerza $\vec{F}_n$, f es el coeficiente de frotamiento y $\overrightarrow{[1,2]}^\circ$ es el vector unitario correspondiente a la velocidad reducida $\overrightarrow{[1,2]}$.

Las relaciones vectoriales (6-2), (6-3) y (6-4) permiten escribir fácilmente las componentes cartesianas de $\vec{F}_I$ en el sistema $O_1 x_1 y_1 z_1$.

Es decir:

$$\begin{cases} F_{x1} = F_n\,(\alpha_{n1} + f \cos \alpha_{12}) \\ F_{y1} = F_n\,(\beta_{n1} + f \cos \beta_{12}) \\ F_{z1} = F_n\,(\gamma_{n1} + f \cos \gamma_{12}) \end{cases} \tag{6-5}$$

donde α_{n1}, β_{n1} y γ_{n1} están dados por las (4-32). Además según las (5-42) se tiene:

$$\left\{\begin{aligned} \cos\alpha_{12} &= -\cos\alpha_{21} = \frac{[1,2]_{x1}}{[1,2]} \\ \cos\beta_{12} &= -\cos\beta_{21} = \frac{[1,2]_{y1}}{[1,2]} \\ \cos\gamma_{12} &= -\cos\gamma_{21} = \frac{[1,2]_{z1}}{[1,2]} \end{aligned}\right. \qquad (6\text{-}6)$$

La escritura de las (6-5) se simplifica si se hace:

$$\left\{\begin{aligned} \overline{F_{x1}} &= \alpha_{n1} + f\cos\alpha_{12} \\ \overline{F_{y1}} &= \beta_{n1} + f\cos\beta_{12} \\ \overline{F_{z1}} &= \gamma_{n1} + f\cos\gamma_{12} \end{aligned}\right. \qquad (6\text{-}7)$$

Con lo cual:

$$\left\{\begin{aligned} F_{x1} &= F_n\,\overline{F_{x1}} \\ F_{y1} &= F_n\,\overline{F_{y1}} \\ F_{z1} &= F_n\,\overline{F_{z1}} \end{aligned}\right. \qquad (6\text{-}8)$$

En primera aproximación, puede muy frecuentemente tomarse:

$$\left\{\begin{aligned} \overline{F_{x1}} &\simeq \alpha_{n1} = \operatorname{sen}\theta_n \\ \overline{F_{y1}} &\simeq \beta_{n1} = -\cos\theta_n\cos\psi_1 \\ \overline{F_{z1}} &\simeq \gamma_{n1} = -\cos\theta_n\operatorname{sen}\psi_1 \end{aligned}\right. \qquad (6\text{-}9)$$

En cuanto al módulo de $\vec{F_I}$, se tiene:

$$F_I = \sqrt{F_n^2 + (f\,F_n)^2} = F_n\sqrt{1+f^2} \qquad (6\text{-}10)$$

Del conjunto de expresiones deducidas se concluye que la acción total del diente de la rueda 1 sobre el diente de la rueda 2 se traduce en una fuerza de *dirección variable* en función de la ubicación del punto de contacto sobre la línea de engrane.

En forma análoga, la acción total del diente de la rueda 1 sobre el diente de la rueda 2 se expresa mediante la fuerza $\vec{F_{II}}$.

Tal que:

$$\vec{F_{II}} = -\vec{F_I} = -\vec{F_n} - \vec{W} \qquad (6\text{-}11)$$

o también:

$$\vec{F_{II}} = F_n(-\vec{n}^\circ + f\,\overrightarrow{[2,1]}^\circ) \qquad (6\text{-}12)$$

A los efectos de una interpretación útil de las componentes de $\vec{F}_{II}$ es necesario realizar la descomposición de la misma en el sistema de referencia $O_2x_2y_2z_2$, es decir:

$$\begin{cases} F_{x_2} = F_n \overline{F_{x_2}} \\ F_{y_2} = F_n \overline{F_{y_2}} \\ F_{z_2} = F_n \overline{F_{z_2}} \end{cases} \qquad (6\text{-}13)$$

donde:

$$\begin{cases} \overline{F_{x_2}} = -\alpha_{n2} + f \cos \alpha_{21} \\ \overline{F_{y_2}} = -\beta_{n2} + f \cos \beta_{21} \\ \overline{F_{z_2}} = -\gamma_{n2} + f \cos \gamma_{21} \end{cases} \qquad (6\text{-}14)$$

En las (6-14) los cosenos directores α_{n2}, β_{n2} y γ_{n2} son los dados por las expresiones (4-26); y en cuanto a los cosenos de dirección del vector unitario $\overrightarrow{[2,1]}^{\circ}$ en el sistema $O_2y_2x_2z_2$ se obtienen a partir de los cosenos de dicho vector en el sistema $O_1x_1y_1z_1$ dados por las (5-38) y con el concurso de las fórmulas de transformación (3-1). En síntesis:

$$\begin{cases} \cos \alpha_{21} = -\dfrac{[2,1]_{x_1}}{[2,1]} \\ \cos \beta_{21} = \dfrac{1}{[2,1]} \left([2,1]_{y_1} \cos \varphi + [2,1]_{z_1} \operatorname{sen} \varphi\right) \\ \cos \gamma_{21} = \dfrac{1}{[2,1]} \left([2,1]_{y_1} \operatorname{sen} \varphi - [2,1]_{z_1} \cos \varphi\right) \end{cases} \qquad (6\text{-}15)$$

Por otras parte en una primera aproximación suficientemente válida en la mayoría de los casos, puede tomarse:

$$\begin{cases} \overline{F_{x_2}} = -\alpha_{n2} = \operatorname{sen} \theta_n \\ \overline{F_{y_2}} = -\beta_{n2} = \cos \theta_n \cos \psi_2 \\ \overline{F_{z_2}} = -\gamma_{n2} = \cos \theta_n \operatorname{sen} \psi_2 \end{cases} \qquad (6\text{-}16)$$

Es conveniente destacar que, en todas las deducciones relativas a fuerzas que se han realizado, no se ha hecho ninguna hipótesis con respecto al número de pares de dientes en contacto. No obstante dicho número, que es variable, no altera en absoluto la forma de los factores adimensionales incluidos en las fórmulas. Solamente en la forma de distribución de F_n entre los distintos pares en contacto influye di-

cho número. Al respecto más adelante será necesario efectuar nuevas hipótesis.

6.3. *Cálculo de los momentos*

Los momentos que interesa calcular a los efectos prácticos son el momento $\vec{M}_{z_1}$ de la fuerza $\vec{F}_I$ respecto del eje z_1 y el momento $\vec{M}_{z_2}$ de la fuerza $\vec{F}_{II}$ respecto del eje z_2. Las expresiones que se obtengan

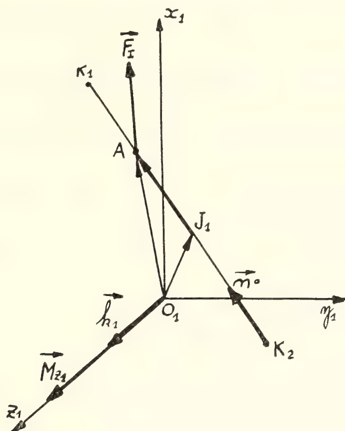


Fig. 6-2

servirán de base para el cálculo de los momentos motor y resistente respectivamente. Se comenzará por el cálculo de $\vec{M}_{z_1}$ a partir de la expresión:

$$\vec{M}_{z_1} = \{[\vec{F}_I \wedge (\overrightarrow{A - O_1})] \times \vec{k}_1\} \, \vec{k}_1 \qquad (6\text{-}17)$$

El vector $(\overrightarrow{A - O_1})$ puede descomponerse en forma tal que resulte accesible al cálculo empleando elementos antes determinados (fig. 6-2)

$$(\overrightarrow{A - O_1}) = (\overrightarrow{A - J_1}) + (\overrightarrow{J_1 - O_1})$$

Introduciendo las componentes de los vectores de posición y de la fuerza $\vec{F}_I$, el producto vectorial se indica explícitamente mediante:

$$\vec{F}_I \wedge (\overrightarrow{A - O_1}) = \mu_1 \pi \, M_n \cos \theta_n \, (\vec{F}_I \wedge \vec{n}^\circ) +$$

$$+ \vec{F}_I \wedge (x_1{}^* \, \vec{i}_1 + y_1{}^* \, \vec{j}_1 + z_1{}^* \, \vec{k}_1)$$

$$\therefore \quad \vec{F}_I \wedge (\overrightarrow{A - O_1}) = \\ = \mu_1 \pi M_n F_n \cos\theta_n \begin{vmatrix} \vec{i}_1 & \vec{j}_1 & \vec{k}_1 \\ \overline{F}_{x1} & \overline{F}_{y1} & \overline{F}_{z1} \\ \alpha_{n1} & \beta_{n1} & \gamma_{n1} \end{vmatrix} + F_n \begin{vmatrix} \vec{i}_1 & \vec{j}_1 & \vec{k}_1 \\ \overline{F}_{x1} & \overline{F}_{y1} & \overline{F}_{z1} \\ x_1^* & y_1^* & z_1^* \end{vmatrix}$$

Dado que según la (6-17) interesa únicamente la componente según el eje z_1 de los productos vectoriales anteriores, y como:

$$x_1^* = R_1 \quad \text{e} \quad y_1^* = 0$$

se tiene:

$$\vec{M}_{z1} = [\mu_1 \pi M_n F_n \cos\theta_n (\overline{F}_{x1} \beta_{n1} - \overline{F}_{y1} \alpha_{n1}) - F_n \overline{F}_{y1} R_1] \vec{k}_1$$

Recordando que $R_1 = \overline{R}_1 M_n$ e introduciendo el parámetro τ, resulta:

$$\vec{M}_{z1} = M_n F_n [\pi \cos\theta_n (\tau - \xi_2 + \xi_{12}) \\ (\overline{F}_{x1} \beta_{n1} - \overline{F}_{y1} \alpha_{n1}) - \overline{F}_{y1} \overline{R}_1] \vec{k}_1 \qquad (6\text{-}18)$$

En forma sintética puede expresarse:

$$\vec{M}_{z1} = M_n F_n \overline{M}_{z1} \vec{k}_1 \qquad (6\text{-}19)$$

donde:

$$\overline{M}_{z1} = \pi \cos\theta_n (\tau - \xi_2 + \xi_{12}) (\overline{F}_{x1} \beta_{n1} - \overline{F}_{y1} \alpha_{n1}) - \overline{F}_{y1} \overline{R}_1 \qquad (6\text{-}20)$$

Un valor suficientemente representativo de $\overline{M}_{z1}$ se obtiene si se calcula dicho *momento reducido* en correspondencia con el punto J_1, es decir para:

$$\tau = \xi_2 - \xi_{12}$$

con lo cual:

$$\overline{M}_{z1}^* = -\overline{F}_{y1}^* \overline{R}_1 \qquad (6\text{-}21)$$

e introduciendo la segunda (6-7), resulta:

$$\overline{M}_{z1}^* = -\overline{R}_1 (\beta_{n1} + f \cos\beta_{12}^*) \qquad (6\text{-}22)$$

En lo que se refiere al momento $\vec{M}_{z2}$, su expresión inicial es: (fig. 6-4)

$$\vec{M}_{z2} = \{[\vec{F}_{II} \wedge (\overrightarrow{A - O_2})] \times \vec{k}_2\} \vec{k}_2 \qquad (6\text{-}23)$$

Siguiendo un itinerario de cálculo en un todo paralelo al empleado para $\overrightarrow{M}_{z1}$, se obtiene:

$$\vec{M}_{z2} = M_n F_n \overline{M}_{z2} k_2 \qquad (6\text{-}24)$$

donde:

$$\overline{M_{z2}} = \pi \cos \theta_n (\tau - \xi_2) (\overline{F_{x2}} \beta_{n2} - \overline{F_{y2}} \alpha_{n2}) - \overline{F_{y2}} \overline{R_2} \qquad (6\text{-}25)$$

con:

$$\overline{R_2} = \frac{R_2}{M_n}$$

Haciendo $\tau = \xi_2$, es decir, trabajando en el punto J_2, se obtiene un valor suficientemente representativo del *momento reducido*:

$$\overline{M_{z2}}^* = - \overline{F_{y2}}^* \cdot \overline{R_2} \qquad (6\text{-}26)$$

Recurriendo a la segunda (6-14), se tiene:

$$\overline{M_{z2}}^* = - \overline{R_2} (- \beta_{n2} + f \cos \beta_{21}^*) \qquad (6\text{-}27)$$

Es necesario recordar que el cálculo de $\vec{M}_{z2}$ y de todos sus elementos integrantes debe llevarse a cabo en el sistema $O_2x_2y_2z_2$.

6.3. *Aplicaciones*

Todas las fórmulas obtenidas referentes a momentos y fuerzas se emplean en forma diversa según la forma de presentación de los problemas y los datos disponibles. Puede suponerse, por ejemplo, el caso frecuente siguiente: conocida la cupla resistente $\vec{M}_R$ y suponiendo que en un momento dado el contacto se verifica mediante un solo par de dientes, es evidente que:

$$\vec{M}_R = M_n F_n \overline{M_{z2}} \vec{k}_2$$

de donde puede obtenerse el valor de F_n. En función del mismo y utilizando la (6-19) se calcula:

$$\vec{M}_{z1} = F_n M_n \overline{M_{z1}} \vec{k}_1$$

En el eje de la rueda 1 será necesario en consecuencia disponer de un momento motor:

$$\vec{M}_m = \vec{M}_{z1}$$

Si el contacto se verifica entre dos pares de dientes de modo tal que los dos puntos de contacto queden definidos respectivamente por los parámetros $\tau = \tau'$ y $\tau = \tau''$, se tiene para el momento resistente:

$$\vec{M}_R = \vec{M'}_{z2} + \vec{M''}_{z2} = M_n (F'_n \overline{M'_{z2}} + F''_n \overline{M''_{z2}}) \vec{k}_2$$

En la hipótesis simplificativa de que las fuerzas normales absorbidas por ambos pares de dientes sean iguales, es decir suponiendo la *equipartición de la carga normal total*; se tiene:

$$F'_n = F''_n = \frac{1}{2} F_n \tag{6-28}$$

con lo cual

$$\vec{M}_R = \frac{1}{2} M_n F_n (\overline{M'_{z_2}} + \overline{M''_{z_2}}) \vec{k}_2$$

$$\therefore F_n = \frac{2 \vec{M}_R}{M_n (\overline{M'_{z_2}} + \overline{M''_{z_2}}) \vec{k}_2} \tag{6-29}$$

En lo que respecta al momento motor, fácilmente se deduce que:

$$\vec{M}_m = \vec{M'}_{z_1} + \vec{M''}_{z_1} = \frac{1}{2} M_n F_n (\overline{M'_{z_1}} + \overline{M''_{z_1}}) \vec{k}_1 \quad (6\text{-}30$$

Con una aproximación suficiente, puede hacerse en la (6-29):

$$\overline{M'_{z_2}} \simeq \overline{M''_{z_2}} = \overline{M_{z_2}}^*$$

y en la (6-30):

$$\overline{M'_{z_1}} \simeq \overline{M''_{z_1}} \simeq \overline{M_{z_1}}^*$$

con lo cual:

$$F_n = \frac{\vec{M}_R}{M_n \overline{M_{z_2}}^* \vec{k}_2}$$

y

$$\vec{M}_m = M_n F_n \overline{M_{z_1}}^* \vec{k}_1$$

En forma análoga puede llevarse el cálculo en el caso de que el número de pares de dientes en contacto sea mayor.

7. ANALISIS DE LA PRESION SUPERFICIAL

Las condiciones del contacto elástico existente entre los flancos de dientes helicoidales en estudio son similares a las que se verifican entre dos cilindros cruzados (fig. 7-1). En la similitud, los radios de los cilindros son los radios principales de curvatura ρ_{1c} y ρ_{2c} de los helicoides H_1 y H_2, respectivamente, en el punto de contacto. El ángulo de cruzamiento es el ángulo que forman las generatrices g_1 y g_2, calculable mediante la expresión (4-38).

El contacto puntual así someramente descripto, da origen, cuando

a través del mismo se ejerce una compresión mútua, a un régimen de tensiones y deformaciones que puede estudiarse con la teoría de Hertz.

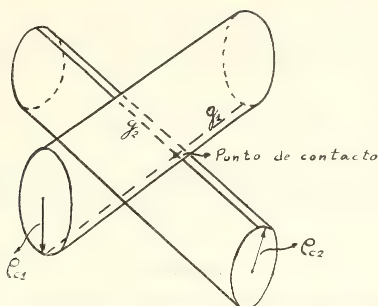


Fig. 7-1

El punto de contacto se transforma, a raíz de la deformación elástica, en una pequeña elipse de semiejes a y b. El estado de tensión en los cuerpos queda fundamentalmente caracterizado por la máxima tensión de compresión superficial que se produce en coincidencia con el centro de la elipse de aplastamiento (fig. 7-2). Dicha tensión vale, según la fórmula de Hertz:

$$C_0 = \frac{3}{2} \frac{P}{\pi ab} \tag{7-1}$$

donde P es la fuerza normal de compresión.

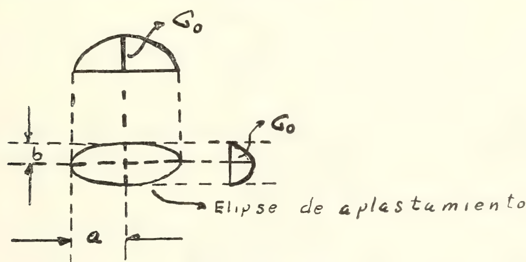


Fig. 7-2

Para el cálculo de los semiejes a y b el procedimiento de cálculo exige (ver "Teoría de la elasticidad", S. P. Timoshenko, 1946) la determinación de las magnitudes siguientes:

$$A + B = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\rho_{1c}} + \frac{1}{\rho_{2c}}\right) = \frac{1}{2}\,\frac{\rho_{1c} + \rho_{2c}}{\rho_{1c}\,\rho_{2c}} \qquad (7\text{-}2)$$

$$B - A = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\rho^2_{1c} + \rho^2_{2c}}{\rho^2_{1c}\,\rho^2_{2c}} + \frac{2}{\rho_{1c}\,\rho_{2c}}\cos 2\,(\widehat{g_1, g_2})} \qquad (7\text{-}3)$$

de donde:

$$\cos \Sigma = \frac{B - A}{A + B} \qquad (7\text{-}4)$$

En función del ángulo Σ definido por la (7-4) y mediante el concurso de la tabla IV se obtienen los coeficientes numéricos a y b tales que:

TABLA IV

Σ	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°
$\bar{a}$	1.0000	1.1278	1.2835	1.4858	1.7542	2.1357	2.7307	3.7779	6.6120	∞
$\bar{b}$	1.0000	0.8927	0.8017	0.7171	0.6407	0.5673	0.4930	0.4079	0.3186	0

$$a = \bar{a}\sqrt{\frac{3\pi}{4}(k_1 + k_2)\frac{1}{A + B}} \qquad (7\text{-}5)$$

$$b = \bar{b}\sqrt{\frac{3\pi}{4}(k_1 + k_2)\frac{1}{A + B}} \qquad (7\text{-}6)$$

donde:

$$k_1 = \frac{1 - \mu^2_I}{\pi\, E_I} \qquad (7\text{-}7)$$

$$k_2 = \frac{1 - \mu^2_{II}}{\pi\, E_{II}} \qquad (7\text{-}8)$$

Siendo E_I y E_{II} los módulos de elasticidad longitudinales de los materiales de las ruedas 1 y 2, respectivamente, y μ_I y μ_{II} las correspondientes relaciones de Poisson. Sustituyendo las (7-5) y (7-6) en la (7-1) y operando, resulta:

$$\sigma_0 = \frac{0.27}{\bar{a}\,\bar{b}}\sqrt[3]{\left(\frac{A + B}{k_1 + k_2}\right)^2 P} \qquad (7\text{-}9)$$

En la aplicación de la fórmula (7-9) deben tenerse presente las dos circunstancias siguientes: 1) la variabilidad de A, B, a y b en función del parámetro τ, dado que las mismas son funciones de los radios de

curvatura ρ_{1c} y ρ_{2c}; 2) las discontinuidades que presenta la fuerza P a raíz de que el número de dientes entre los que se reparte la carga no es constante. Así, por ejemplo, suponiendo que la duracción de engrane s es tal que:

$$1 < s < 2$$

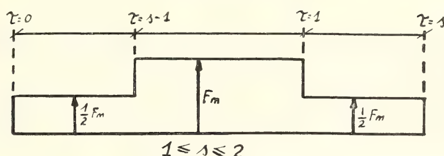


Fig. 7-3

resulta en una *primera aproximación* un diagrama de variación de P a lo largo de la línea de engrane tal como el indicado en la figura 7-3.

En la misma se observa que el valor de P oscila entre $\frac{1}{2} F_n$ cuando hay dos pares de dientes en ocntacto y F_n cuando el contacto se verifica mediante un solo par.

Si la duración de engrane es tal que:

$$2 < s < 3$$

el diagrama de la figura 7-4 indica en primera aproximación la siguiente forma de variación de P. *

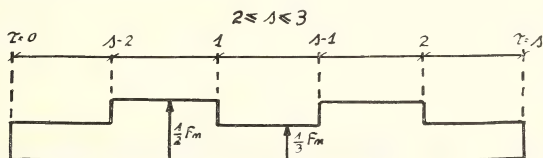


Fig. 7-4

Teniendo presente las observaciones de los párrafos anteriores y aplicando todo lo desarrollado en el punto (4.3.6.) con relación al cálculo de los radios de curvatura ρ_{1c} y ρ_{2c}, la (7-9) permite calcular la presión superficial máxima en función del parámetro τ. Con ello se

* Debe tenerse presente que F_n es la fuerza normal total que se supone distribuída por igual entre todos los pares de dientes en contacto.

logran elementos de juicio suficientes para verificar o calcular los engranajes en función de su capacidad para soportar el "desgaste" por fatiga de los flancos de los dientes.

8. RENDIMIENTO

Entre las varias formas bajo las cuales puede encararse el cálculo del rendimiento del mecanismo constituido por un par de ruedas helicoidales con ejes alabeados se adoptará la basada en el cálculo de las dos magnitudes: 1) el trabajo perdido en virtud de los frotamientos por un par de dientes conjugados durante el intervalo de tiempo correspondiente al intervalo paramétrico ($0 \leqslant \tau \leqslant s$); 2) el trabajo motor T_m absorbido por dicho par en el mencionado intervalo. Se admitirá como *hipótesis simplificativa fundamental*, la equipartición en todo instante de la fuerza normal total F_n. En segundo término y sin mayor detrimento de la exactitud se supondrán despreciables los trabajos de frotamiento por rodadura y por pivotamiento. Es decir, sólo se considera el trabajo de frotamiento por resbalamiento. La expresión matemática elemental de dicho trabajo es:

$$d\,T_f = (\vec{W} \times \vec{V}_{12}) \cdot dt \tag{8-1}$$

Como $\vec{W}$ y $\vec{V}_{12}$ son dos vectores de direcciones coincidentes cuyos módulos son:

$$\text{mod}\ \vec{W} = f\,F_n$$

$$\text{mod}\ \vec{V}_{12} = V_{12}$$

resulta:

$$d\,T_f = f\,F_n \cdot V_{12} \cdot dt \tag{8-2}$$

siendo por otra parte:

$$dt = \frac{d\lambda_1}{\omega_1}$$

y como λ_1 es según las (4-85) una función lineal del parámetro τ de la forma:

$$\lambda_1 = a_0 + b_0\,\tau$$

con lo cual:

$$dt = \frac{b_0}{\omega_1}\,d\tau \tag{8-3}$$

sustituyendo en (8-2) e integrando, se tiene:

$$T_f = \frac{b_0}{\omega_1} \int_0^s f\,F_n\,V_{12}\,d\tau \tag{8-4}$$

Introduciendo la forma reducida de la velocidad de resbalamiento cuyo módulo se representa por [1,2]:

$$T_f = b_0 M_n \int_0^s f F_n [1,2] d\tau \qquad (8\text{-}5)$$

La integral (8-5) necesita ser descompuesta en varias integrales parciales en virtud de las discontinuidades que caracterizan a la fuerza normal a raíz de su distribución entre un número no constante de pares de dientes. Suponiendo $1 < s < 2$ y observando el esquema de la figura 8-1, para tener presente los puntos de discontinuidad, se tiene:

$$T_f = \frac{1}{2} b_0 M_n \int_0^{s-1} f F_n [1,2] d\tau + b_0 M_n \int_{s-1}^{1} f F_n [1,2] d\tau + \frac{1}{2} b_0 M_n \int_1^s f F_n [1,2] d\tau \qquad (8\text{-}6)$$

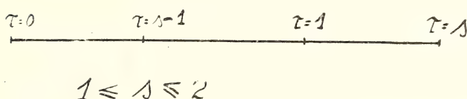


Fig. 8-1

de donde:

$$T_f = b_0 M_n \left\{ \frac{1}{2} \left[\int_0^{s-1} f F_n [1,2] d\tau + \int_1^s f F_n [1,2] d\tau \right] + \int_{s-1}^{1} f F_n [1,2] d\tau \right\} \qquad (8\text{-}7)$$

Designando al término entre llaves por el símbolo $\overline{T_f}$, se tiene:

$$T_f = b_0 M_n \overline{T_f} \qquad (8\text{-}8)$$

En las mismas condiciones de la deducción anterior, el trabajo motor elemental es:

$$dT_m = (\vec{M}_{z1} \times \vec{\Omega}_1) dt \qquad (8\text{-}9)$$

o

$$dT_m = M_{z1} \cdot \omega_1 \cdot dt$$

donde:

$$M_{z1} = \text{mod } \vec{M}_{z1} = M_n F_n \overline{M_{z1}}$$

Recordando la (8-3)

$$dT_m = b_0\, M_n\, F_n\, \overline{M_{z1}}\, d\tau \tag{8-10}$$

Integrando:

$$T_m = b_0\, M_n \int_0^s F_n\, \overline{M_{z1}}\, d\tau \tag{8-11}$$

Realizando la descomposición en integrales parciales para considerar las discontinuidades de la fuerza normal resulta:

$$T_m = b_0\, M_n\, \overline{T_m} \tag{8-12}$$

donde:

$$\overline{T_m} = \frac{1}{2}\left[\int_0^{s-1} F_n\, \overline{M_{z1}}\, d\tau + \int_1^s F_n\, \overline{M_{z1}}\, d\tau\right] + \int_{s-1}^1 F_n\, \overline{M_{z1}}\, d\tau \tag{8-13}$$

Si se supone ahora $2 < z < 3$, se obtiene informe similar:

$$\overline{T_m} = \frac{1}{3}\left[\int_0^{s-2} F_n\, \overline{M_{z1}}\, d\tau + \int_1^{s-1} F_n\, \overline{M_{z1}}\, d\tau + \int_2^s F_n\, \overline{M_{z1}}\, d\tau\right] +$$

$$+ \frac{1}{2}\left[\int_{s-2}^1 F_n\, \overline{M_{z1}}\, d\tau + \int_{s-1}^2 F_n\, \overline{M_{z1}}\, d\tau\right] \tag{8-14}$$

Con los elementos analíticos hasta aquí deducidos y utilizando la expresión definitoria del rendimiento:

$$\eta = \frac{T_m - T_f}{T_m} \tag{8-15}$$

resulta:

$$\eta = 1 - \frac{\overline{T_f}}{\overline{T_m}} \tag{8-16}$$

El cálculo de la (8-16) exige, evidentemente, un trabajo de computación numérica que no se justifica en una gran mayoría de casos. Resulta generalmente suficientemente aproximado calcular la (8-16) adoptando las siguientes hipótesis simplificativas: 1) el coeficiente de frotamiento es constante; 2) la fuerza normal total F_n es constante durante todo el período del contacto; 3) se adopta para el módulo de la velocidad reducida $[\overrightarrow{1,2}]$ el valor constante $[\overrightarrow{1,2}]^*$, cuyas componentes están dadas por las (5-36); 4) se adopta para $\overline{M_{z1}}$ el valor constante $\overline{M_{z1}}^*$ dado por la (6-22). En estas circunstancias y

suponiendo sin desmedro de una mayor generalidad que $1 < s < 2$, se tiene:

$$\overline{T_f} = f\, F_n\, [1,2]^* \left\{ \frac{1}{2} \left[\int_0^{s-1} d\tau + \int_1^{s} d\tau \right] + \int_{s-1}^{1} d\tau \right\}$$

y:

$$\overline{T_m} = F_n\, M_{z1}^* \left\{ \frac{1}{2} \left[\int_0^{s-1} d\tau + \int_1^{s} d\tau \right] + \int_{s-1}^{1} d\tau \right\}$$

de donde:

$$\frac{\overline{T_f}}{\overline{T_m}} = \frac{f[1,2]^*}{M_{z1}^*} \tag{8-17}$$

Como según la (6-22):

$$\overline{M_{z1}} = -\overline{R_1}\,(\beta_{n1} + f \cos \beta_{12}^*)$$

y

$$\cos \beta_{12}^* = \frac{[1,2]_{y1}^*}{[1,2]^*}$$

se tiene finalmente:

$$\eta = 1 + \frac{f\,[1,2]^{*2}}{\overline{R_1}\,\{\beta_{n1}\,[1,2]^* + f\,[1,2]_{y1}^{*2}\}} \tag{8-18}$$

El cálculo numérico con la (8-18) es relativamente simple. Para ejemplificarlo se supondrá el caso particular:

a) $\varepsilon = 0$: Planos primitivos P_1 y P_2 coincidentes.

b) $\varphi = 90°$: Ejes z_1 y z_2 de direcciones perpendiculares entre sí.

Resulta así, según la (5-36)

$$[1,2]_{x1}^* = 0$$

$$[1,2]_{y1}^* = -\overline{R_1}$$

$$[1,2]_{z1}^* = (\overline{d} - \overline{R_1})\, k = \overline{R_2}\, k$$

de donde:

$$[1,2]^* = \sqrt{\overline{R_1}^2 + \overline{R_2}^2 k^2} = \overline{R_1} \sqrt{1 + \left(\frac{\overline{R_2}}{\overline{R_1}} k\right)^2}$$

Como además:

$$\frac{\overline{R_2}}{\overline{R_1}} k = \frac{\overline{R_2}\,\overline{R_1} \cos \psi_1}{\overline{R_1}\,\overline{R_2} \cos \psi_2} = \frac{\cos \psi_1}{\cos \psi_2}$$

y:

$$\cos\psi_2 = \operatorname{sen}(\varphi - \psi_2) = \operatorname{sen} \psi_1$$

se tiene:

$$[1,2]^* = \overline{R}_1 \sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \psi_1}} = \overline{R}_1 \frac{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \psi_1}}{\operatorname{tg} \psi_1} = \frac{\overline{R}_1}{\operatorname{sen} \psi_1}$$

Sustituyendo en la (8-18):

$$\eta = 1 + \frac{f}{\beta_{n1} \operatorname{sen} \psi_1 - f \operatorname{sen}^2 \psi_1}$$

Siendo además:

$$\beta_{n1} = - \cos \theta_n \cos \psi_1$$

Se tiene:

$$\eta = \frac{\cos \theta_n \cos \psi_1 \operatorname{sen} \psi_1 - f \cos^2 \psi_1}{\cos \theta_n \cos \psi_1 \operatorname{sen} \psi_1 + f \operatorname{sen}^2 \psi_1}$$

Dividiendo numerador y denominador por $\cos^2 \psi_1$ resulta finalmente:

$$\eta = \frac{\cos \theta_n \operatorname{tg} \psi_1 - f}{\operatorname{tg} \psi_1 (\cos \theta_n + f \operatorname{tg} \psi_1)} \qquad (8\text{-}19)$$

BIBLIOGRAFIA

1. E. Buckingham y H. H. Ryfel, *Design of worm and spiral Gears*. The Industrial Press, 1960.
2. — *Manual of Gear design*. Vol. III, The Industrial Press, 1959.
3. — *Analytical Mechanics of Gears*. Mc Graw-Hill Book Company, 1949.
4. G. Henriot, *Traité théorique et pratique des Engrenages*, Dunod, 1960.
5. G. Chabert *Etude de l'engrenement de deux dentures en helicoide developpable dont les axes ne sont pas dans un meme plan*. Boletín N° 29 de la Societé d'Etudes de L'Industrie de l'Engrenage.
6. R. Giovannozzi, *Sul calcolo delle ruote elicoidali per trasmissione fra assi shgembi*. Publicazione della Universitá di Pisa, N° 484 (Décima serie), 1943.
7. — *Intorno alla trasmissione del moto fra assi sghembi mediante ruote elicoidali*. Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei, Serie VIII, Vol. II, Fasc. 5, 1947.
8. F. Modugno, *Ingrangi cilindrici*. Hoepli, Milan, 1951.
9. D. W. Dudley, *Gear Handbook*. Mc Graw Hill Book Company, 1962.
10. G. Henriot, *La cinématique et la Dynamique du shaving*. Boletín N° 18 de la Societé d'Etudes de L'Industrie de l'Engrenage
11. — *Etude du shaving des dentures*. Boletín N° 17 de la Societé d'Etudes de l'Industrie de l'Engrenage.

APENDICE

El autor ha preparado un programa para computadora en lenguaje FORTRAN II que le ha permitido concretar en computadora IBM 1620 todos los cálculos derivados de la aplicación de las fórmulas y expresiones analíticas desarrolladas en el trabajo expuesto. El autor espera publicar los resultados obtenidos y las conclusiones pertinentes en una posterior oportunidad.

CATALANO, LUCIANO R. « *Estudios de Geología y Minería Económica* », Serie Argentina, Nos 1 a 5. Ministerio de Economía de la Nación. Secretaría de Industria y Minería, Subsecretaría de Minería, 1964 y 1965.

La Serie Argentina incluye un conjunto de estudios de Minería Económica realizados por el Dr. Luciano R. Catalano, a través de su extensa actuación en la ex Dirección General de Minas, Geología e Hidrología (actualmente Instituto Nacional de Geología y Minería).

Ellos están destinados principalmente a destacar las grandes e importantes reservas minerales con que cuenta nuestro suelo.

Algunos de estos estudios fueron efectuados por el autor entre los años 1923 y 1927, ocasión en que recorrió varias provincias del norte argentino, entre ellas Santiago del Estero, y la región de la Puna. Así, uno de los análisis económicos se refiere a la Sierra de Ancajan (provincia de Santiago del Estero) y sus importantes yacimientos de calizas, yeso, etc.

Con respecto a la Puna, estudia las borateras de Antuco, Diablillos y el Salar del Hombre Muerto. En todos los casos aporta datos químicos de los minerales, rasgos geológicos de los yacimientos y otras características de la región, como ser las referentes a las fuentes hidrotermales de Antuco, análisis de aguas, etcétera.

El doctor Catalano además ha puesto gran preocupación en la defensa de aquellos yacimientos que pueden constituir fuentes de energía tan necesarias para alcanzar la ansiada industrialización del país. Este es el motivo principal de sus estudios sobre nuestras existencias de Boro, Berilio, Litio y explotación del Hierro de Zapla. Las reservas argentinas de estos minerales son considerables, contando entre las mayores del mundo por su utilidad y calidad y se impone que el Estado ejerza adecuado control de las riquezas mineras del territorio.

Todo esto surge del análisis exhaustivo que el doctor Catalano hace en cada uno de los casos , en que no sólo tiene en cuenta a los yacimientos argentinos, sino también de otras partes del mundo.

Los estudios de referencia son los siguientes:

Nº 1. Rconocimiento Geológico-Económico de la Sierra de Aneaján, 1964; 37 págs. y láminas.

Nº 2. Boratera de Antuco y Cuenta de Diablillos, 1964; 70 págs. y láminas.

Nº 3. Boro-Berilio-Litio (Una nueva fuente natural de energía); 1964; 21 págs. y 1 mapa.

Nº 4. Estudio Geológico-Económico del Salar del Hombre Muerto (Puna de Atacama) 1964; 173 págs. y láminas.

Nº 5. El Hierro Argentino de Zapla y Calizas de León y San Juancito, 1965; 117 págs. y láminas.

H. Camacho

BOLTOVSKOY, ESTEBAN. « *Los Foraminíferos Recientes* », Editorial Universitaria de Buenos Aires (Eudeba), 1965, 510 páginas y 111 figuras.

Los Foraminíferos constituyen uno de los temas que más atracción ejercen, desde hace varias décadas, entre los biólogos, paleontólogos y estratígrafos. La aplicación de estos protozoarios al estudio de los ambientes del pasado geológico y el establecimiento de las correlaciones estratigráficas, han sido quizá los factores principales que han llevado a tratar de conocer la biología y ecología de los foraminíferos vivientes, en sus más mínimos detalles.

Prueba de la intensidad con que se está estudiando a los foraminíferos es la frondosa bibliografía existente, la que si bien suele ser sintetizada en ciertos casos, crea al especialista una situación muy difícil de superar en su interés por estar al día en la información.

Está demás decir que este problema se agrava enormemente en los países sudamericanos, particularmente en la Argentina, donde la información bibliográfica es escasa y de dificultosa adquisición.

Seguramente, este es uno de los motivos por lo que nuestro Continente cuenta con un número reducido de investigadores de los foraminíferos, tanto vivientes como fósiles, y la mayor parte de sus faunas espera aún ser estudiada.

"Foraminíferos recientes" del Dr. Esteban Boltovskoy, es pues un extraordinario estímulo para la juventud estudiosa, la que podrá desde ahora acercarse al conocimiento de estos protozoarios disponiendo de una fuente en la que su autor no solamente ha volcado la información mundial disponible, sino también su vasta experiencia en el tema, ya que sin duda alguna el doctor Boltovskoy es la autoridad más reconocida en el estudio de los foraminíferos vivientes sudamericanos.

Con muy buen criterio el autor ha dejado el aspecto estrictamente sistemático a un lado, y se ha dedicado a tratar otros temas menos frecuentes o conocidos en los tratados de la materia. De esta manera, partiendo de la posición de los foraminíferos en el Reino Animal, nos lleva a través de las características del organismo vivo, hasta las relaciones que éste posee con el medio en que habita y la influencia de este último en la composición de las faunas y en los rasgos morfológicos de los individuos.

El aspecto práctico del problema ha merecido especial atención en la obra, ya que gran parte del estudio de los foraminíferos depende de la recolección y el tratamiento de las muestras. Nuevamente la experiencia del autor se destaca al tratar dicho estudio de los foraminíferos y la utilidad que se puede obtener del mismo en oceanología, ecología, paleogeografía, paleoclimatología y estratigrafía. Ello es completado con consejos y recomendaciones que deben ser tenidas en cuenta en todo trabajo.

A pesar de lo que se ha avanzado en las investigaciones foraminiferalógicas, aún suedan muchos problemas por resolver y los cultivos en laboratorios de estos protozoarios seguramente permitirán ampliar nuestra información sobre los mismos.

Tales problemas son sintetizados en el último de los 18 capítulos que componen la obra y sirven para dar una idea del amplio campo para la investigación que ofrecen los foraminíferos a todos aquellos que deseen introducirse en el mundo biológico.

La bibliografía es nutrida y comprende numerosos trabajos modernos, entre los que se destacan los de lenguas eslavas.

El valor de esta obra es amplio, pues no sólo interesa a los oceanólogos y estudiosos de los foraminíferos actuales, sino también a los paleoecólogos y micropaleontólogos en general. Principalmente será de gran utilidad para los cursos universitarios y sus frecuentes ejemplos sudamericanos constituye otro de sus valiosos aciertos. — *H. Camacho.*

MORGULIS. N. D. « *Le convertisseur thermo-électronique* », Collection Espace et Electronique, Gauthier-Villars. París, 1965, 90 páginas.

El viejo problema del bajo rendimiento obtenido en la transformación de la energía térmica de diversos combustibles en energía eléctrica, por intermedio del complicado conjunto siguiente: energía térmica - energía de la corriente de vapor caliente - energía de rotación del árbol del turbo generador - energía eléctrica, materializado por el generador de vapor, la turbina y la dinamo, es el que ha despertado un vivo interés en la búsqueda de métodos que permitan ser aplicados en escala industrial y que posibiliten la transformación directa de la energía térmica en energía eléctrica por medio de convertidores relativamente simples y compactos.

Estas investigaciones en el momento actual se llevan a cabo en escala de laboratorio, con dispositivos que pueden clasificarse en las tres categorías siguientes: 1° convertidores termo-eléctricos; 2° convertidores termo-electrónicos y 3° convertidores semidirectos de magnetodinámica de los fluídos.

El presente libro, que está destinado a presentar un breve examen de los principios teóricos en que se basa el funcionamiento del segundo grupo de los dispositivos antes mencionados, se desarrolla en cuatro capítulos que llevan los títulos siguientes:

I. La emisión termo-electrónica y la emisión termo-iónica.
II. La carga electrónica de espacio y su saturación.
III. Las propiedades de los convertidores termo-electrónicos de energía.
VI. Algunos modelos actuales de laboratorios y algunos proyectos de convertidores.

Si bien, en la actualidad, es aventurado hacer predicciones acerca de qué categoría de dispositivos es la que habrá de prevalecer, porque ello está supeditado a la solución que se encuentre a numerosos y difíciles problemas, hay fundadas esperanzas en que en un futuro próximo quedará determinado cuál será el campo de aplicación de los convertidores estudiados en este libro.

La modernidad del tema tratado y la exposición hecha, especialmente en los dos primeros capítulos, para familiarizar al lector con los principios fundamentales del funcionamiento de los convertidores, hace que el presente sea un libro útil para los estudiantes avanzados de ingeniería electrónica. — *P. L.*

GUY, K. « *Organisation et Administration des Laboratoires* », Editions Eyrolles, 61 Boulevard Saint-Germain, París (V°), 1965, 410 páginas.

Este libro expone los diferentes aspectos de la organización y administración de laboratorios. Fue escrito para técnicos, pero es una guía muy útil para los profesores de ciencias químicas y para todas las personas que trabajan en laboratorios e industrias.

Trata sobre organización de los labarotorios. Instalación del material que se usa en los laboratorios: barómetros, galvanómetros, trabajos en vidrios, aire líquido, alambiques, espectroscopía, etc. Preparación y valoración de reactivos químicos y biológicos. Inspección y mantenimiento de los laboratorios. Seguridad del que trabaja. Peligros de envenenamiento, explosiones, radiaciones, etc.

También trata sobre proyecciones ópticas, archivos de laboratorios, documentación técnica y reproducción de documentos.

Este libro de K. Guy, que fue traducida al francés, es susceptible de prestar grandes servicios a los químicos encargados de equipar un laboratorio de investigación universitario o industrial.

Termina la obra con un capítulo interesante sobre la seguridad y peligros que pueden presentarse: intoxicaciones, explosiones, incendios y la forma de evitarlos o corregirlos. — *F. Modern.*

Correo Argentino Central « B »
Franqueo pagado Concesión Nº 1186
Tarifa reducida Concesión Nº 6247

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

DIRECTOR: Cap. de Navío (R. E.) EMILIO L. DIAZ

NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1966 — ENTREGAS V-VI — TOMO CLXXXII

SUMARIO

Pág.

SERIE I. CIENCIAS Nº 8

BUENOS AIRES
AVDA. SANTA FE 1145

1966

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Art. 10 del Reglamento de los « ANALES » (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de Septiembre de 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los « Anales », serán remitidos a la Gerencia de la Sociedad, Avenida Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director.

Impreso en Imprenta Coni - Perú 684 - Buenos Aires - República Argentina

MODIFICACIONES NUCLEO-MORFOLOGICAS DE CELULAS MONONUCLEARES PERITONEALES DE COBAYO CULTIVADAS «IN VITRO» BAJO CAMPO MAGNETICO ESTATICO HOMOGENEO

Por RODOLFO W. FERRARESI [1], MÁXIMO VALENTINUZZI [2] y TEODOMIRO VAZQUEZ

Instituto Nacional de Microbiología "Carlos G. Malbrán" [3]

RESUMEN

Se ha procedido al examen microscópico de células mononucleares (macrófagos) obtenidas de la cavidad peritoneal del cobayo y cultivadas sobre laminilla de vidrio en líquido de Hanks con hidrolizado de lactalbúmina, adicionado de 40 % de suero normal de cobayo. Dichos cultivos fueron realizados bajo campo magnético estático homogéneo de 2.000, 4.000 y 6.000 oersteds, y comparados con cultivos mantenidos en iguales condiciones experimentales, pero sin campo magnético. Se halló que la adherencia de las células al vidrio, el número de prolongaciones citoplasmáticas y la inducción de células multinucleadas crecen con la intensidad de campo magnético. Estas modificaciones núcleo-morfológicas, concordantes con los resultados de un estudio anterior de los mismos autores, en que se encontró mayor número de macrófagos bajo campo magnético, demuestran que este agente físico tiene, en este caso, una acción estimulante.

RESUMO

Oni mikroscope ekzamenis mononukleajn celojn (makrofagojn) havigitajn el la peritonea kavo de la kobajo kaj kultivitajn sur vitra lameneto en fluidajo de Hanks kun laktalbumina hidrolizajo, aldonigita 40 % el norma kobaja sero. Tiuj kultivoj disvolvigis sub homogena konstanta magneta kampo, kies forto estis 2.000, 4.000 kaj 6.000 oersted; kaj oni ilin komparis al kultivoj tenitaj en la samaj eksperimentaj kondicoj, sed sen magneta kampo. Oni trovis ke la algluigo de la celoj al la vitro, la kvanto de citoplasmaj plilongigajoj kaj la kvanto de multinukleaj celoj plialtigis kun la plialtigo de la forto de la kampo. Tiuj nukleo-morfologiaj sangoj, kiuj konkordas kun la rezultoj de antaua verko de la samaj verkistoj, kie oni trovis plialtan kvanton de makrofagoj
antava verko de la samaj verkistoj, kie oni trovis plialtan kvanton de makrofagoj en magneta kampo, montras ke ci-tiu fizika aganto havas, en la nuna okazo, instigantan funkcion.

[1] Dirección actual: Stanford University, Palo Alto, U.S.A., California.
[2] Dirección actual: University of Chicago, Chicago, Illinois, U.S.A.
[3] Dirección: Avenida Vélez Sársfield 563, Buenos Aires, Argentina.

I. INTRODUCCION

En un trabajo anterior (1965-1966) hemos estudiado la acción de campos magnéticos estáticos homogéneos de diferentes intensidades sobre células mononucleares *(macrófagos)* cultivadas *in vitro*, obtenidas de la cavidad peritoneal de cobayos normales. Pudimos observar un aumento de la concentración de células en los cultivos sometidos a la acción del campo magnético respecto a cultivos no sometidos a dicha acción. Encontramos, además, que el efecto es más intenso alrededor de los 4.000 oersteds. Estos resultados nos hicieron suponer que este agente físico quizás determina alteraciones metabólicas o modificaciones en la dinámica de la reproducción celular.

En el presente trabajo exponemos observaciones relacionadas con el aspecto y el comportamiento citológicos provenientes de experimentos realizados especialmente con este fin. Las células mononucleares obtenidas por lavado de la cavidad peritoneal del cobayo manifiestan normalmente la capacidad de adherirse a la superficie del vidrio y, a menudo, emiten prolongaciones citoplasmáticas. Esta capacidad de fijarse al vidrio es un delicado índice del estado metabólico de la célula. Hemos explorado esta capacidad en cultivos sometidos a campos magnéticos de diferentes intensidades.

Destacamos en nuestro trabajo ya mencionado la importancia biológica de estas células. Diversos fenómenos inmunitarios dependen de ellas. Sus respuestas a agentes físicos *in vitro* pueden ampliar el conocimiento de tales fenómenos.

El efecto de los rayos Roentgen sobre distintas respuestas inmunológicas ha sido investigado por varios autores. W. H. Taliaferro y L. G. Taliaferro (1951) han encontrado que pequeñas cantidades de rayos X refuerzan la inmunidad, pero grandes cantidades la disminuyen, así como reducen la formación de anticuerpos. Salvin y Smith (1959) han estudiado el efecto de la irradiación sobre la hipersensibilidad retardada en el cobayo. Este tipo de hipersensibilidad al toxoide diftérico no es inhibida por irradiación total del animal con dosis hasta de 300 r. Dosis de rayos X de 200 r a 300 r administradas unas 18 horas antes de la sensibilización determinaban un alargamiento del período de hipersensibilidad retardada hasta 19-21 días siguientes a la sensibiliza-

ción cuando no había anticuerpos circulantes. Por otra parte, de 50 r a 100 r causaban un descenso del título de anticuerpos en circulación, si bien la hipersensibilidad retardada alcanzaba un tiempo normal. Cuando se aplicaba 300 r 18 horas después de la sensibilización, la hipersensibilidad retardada se extendía al período habitual y los anticuerpos aparecían en circulación por primera vez a los 13-14 días siguientes a la sensibilización. La introducción de suero normal o leucocitos en el animal irradiado no reducía aparentemente las lesiones producidas en el mecanismo que regula la síntesis de anticuerpos. Uhr y Scharff (1960) han investigado también esta clase de procesos. Según estos autores, la capacidad de desarrollar hipersensibilidad retardada al toxoide diftérico y a la ovalbúmina puede persistir en cobayos y conejos que han recibido dosis de rayos Roetgen suficientes para eliminar una respuesta detectable de anticuerpos, pero dosis grandes impiden, en el conejo, la aparición de sensibilidad retardada.

Conley, Mills and Cook (1966) han estudiado el efecto de campos magnéticos de 8×10^{-4} oersted en animals intactos a los cuales se les introducía un biopolímero extraño. Dicha intensidad de campo es inferior a la del campo magnético terrestre y corresponde, aproximadamente, a la de los espacios interplanetarios o a la de la superficie lunar. Estos autores han usado ratones (lauchas) las cuales, después de inyectárseles en la cavidad peritoneal lipopolisacárido de *Escherichia coli*, eran mantenidos durante 18 horas bajo la acción de la mencionada intensidad de campo. Excepto esta condición, los animales de referencia (controles) se hallaban sometidos a las mismas restantes condiciones experimentales (jaula, ventilación, luz, temperatura, humedad, etc.). Como índice de respuesta a la inyección se usó la actividad de la fosfatasa ácida de macrófagos extraídos por lavado del peritoneo 30 minutos después de retirar los ratones del dispositivo experimental. La actividad fosfatásica era determinada en suspensiones de células mediante el método espectrofotométrico de Lowry modificado, relacionándose dicha actividad con el número de células determinado por hemocitometría. La expresión final consistía en microgramos de fenol liberado por la encima por 5×10^6 células. Los animales sometidos a 8×10^{-4} oersted dieron macrófagos con inferior actividad fosfatásica (13.6) que los macrófagos obtenidos de los ratones de referencia (19.3), siendo significativos estos valores al nivel $p < 0.001$. La supuesta influencia de la temperatura del medio

ambiente resultó estadísticamente sin significación. La inyección de adyuvante completo de Freund, estéril, unas semanas antes de la administración del biopolímero, produjo mayor número de macrófagos. En éstos había más intensa actividad fosfatásica, pero con diferencias en el mismo sentido en ambos grupos de animales. Finalmente, cuatro grupos de ratones que estuvieron en el dispositivo experimental, pero sin reducción de la intensidad del campo magnético terrestre, no dieron diferencias significativas en la actividad fosfatásica.

L. Gross (1963) ha investigado la influencia del campo magnético de 4.000 oersteds (de inhomogeneidad inferior a 500 oersted por pulgada) sobre la formación de anticuerpos. En 24 ratones (lauchas) que recibieron por vía intraperitoneal una única inyección de 0.5 ml de hematíes de oveja en solución de Alsever encontró que la hemolisina daba un título con un pico, a los seis días, de 1:36, en tanto que en los animales de referencia (control), dicho pico correspondía a 1:50. La diferencia entre estos valores resultó estadísticamente significativa al nivel $p < 0.01$.

II. MATERIALES Y METODOS

Remitimos a nuestro trabajo precedente para detalles de la técnica magnetiobiológica usada (electroimán, regulación de la temperatura, etc.).

Animales utilizados: Cobayos normales, machos adultos, de 350 a 500 gr de peso.

Medio de cultivo: Líquido de Hanks con hidrolizado de lactalbúmina, adicionado de 40 % de suero normal de cobayo. Se prevenía la contaminación por el agregado de antibióticos en las siguientes concentraciones finales: penicilina, 100 unidades por ml; estreptomicina, 50 μgr por ml; neomicina, 50 μgr por ml.

Obtención de las células mononucleares: Las células mononucleares (macrófagos) provenían de la cavidad peritoneal de cobayos. Se sacrificaba el animal por luxación cervical; luego se le practicaba una pequeña incisión abdominal hasta el peritoneo, y por ella se instilaba de 10 a 20 ml de la siguiente solución: líquido de Hanks con 5 % de suero normal de cobayo; heparina, 10 unidades por ml; antibióticos a igual concentración que en el medio de cultivo. Se efectuaba suaves masajes sobre el abdomen, se am-

pliaba la incisión y se extraía el líquido de la cavidad peritoneal. A continuación se lavaba con el mismo medio, pero sin heparina, se centrifugaba a 500 rpm durante 10 minutos a 5° C. El lavado era repetido dos veces. Se recogía, finalmente, el sedimento celular en el medio de cultivo definitivo. De este material se tomaba una parte alícuota para determinar la concentración de células y, otra, para coloración.

Técnica de cultivo: Se colocaba un mililitro de la suspensión celular en tubos de cultivos especialmente preparados (fig. 1). En

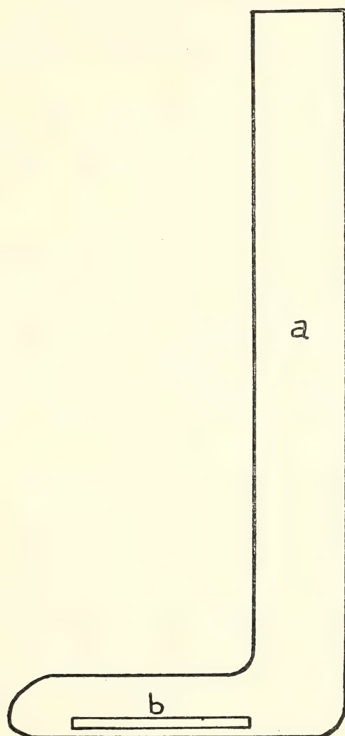


Fig. 1. — Tubo de cultivo (a) y laminilla de vidrio (b) Diámetro del tubo : 1,1 cm ; longitud : 17 cm. Parte acodada : longitud : 4,9 cm (inferior) y 2,9 cm (superior); diámetro vertical : 0,8 cm.

la parte acodada del tubo se ponía una laminilla de vidrio sobre la cual las células vivas quedaban posteriormente adheridas. Puestos los tubos (no menos de cuatro) en una cubeta de lucita, ésta era ubicada en el entrehierro del electroimán. La circulación de agua mantenía una temperatura de 25° C, con oscilaciones de ± 1° C. Para otros detalles, remitimos a nuestro trabajo anterior.

Se iniciaba la aplicación del campo magnético, y cada hora, durante cuatro horas, se retiraba un tubo del entrehierro y se le extraía la laminilla. Esta era inmediatamente lavada con solución fisiológica y colocada luego sobre un portaobjetos, agregándosele una gota de suero de cobayo. Se procedía a colorear.

Para cada valor de campo se realizó un experimento de acuerdo con lo que acabamos de describir.

Coloración: Técnica de May Grünwald-Giemsa, ligeramente modificada. El líquido de Giemsa era diluido a razón de una gota por dos ml de agua destilada. Mediante regulador *(buffer)* de fosfatos, el agua era llevada a pH = 7.0.

Concentración de células: Un mililitro de la resuspensión de células en medio de cultivo definitivo era adicionado de igual volumen de una solución de ácido acético al 10 % en una solución al 5 % de cristal violeta. El contaje, usando una cámara de Neubauer, se efectuaba como en nuestro trabajo ya citado.

Las concentraciones de los cultivos han sido de 5×10^4 a 7×10^4 células/ml.

III. RESULTADOS

La comparación de los resultados obtenidos en los cultivos bajo campo magnético se ha hecho con cultivos preparados en la misma forma, y desarrollados en el entrehierro del electroimán sin campo magnético, siendo iguales las restantes condiciones experimentales. Dos de estos cultivos fueron examinados después de cinco y de siete horas, respectivamente.

El examen citológico de la preparación previa permitía distinguir células mononucleares grandes (de 25 a 30 μ) y pequeñas (de 10 a 15 μ) ; granulocitos; y, a veces, hematíes. La estimación en porcentaje, después del lavado, daba, aproximadamente, 18 % de células grandes, 78 % de células pequeñas y 4 % de granuloci-

tos. Cabe observar que en la centrifugación se pierden granulocitos y hematíes, lo cual altera los valores relativos.

Se sabe que las células mononucleares cultivadas *in vitro* a 37° C muestran una rápida adsorción a la superficie del vidrio y emisión de prolongaciones protoplasmáticas que dan a las células el aspecto de huso o estrella. Hemos prestado atención a la aparición de estos dos fenómenos (adsorción o adherencia y emisión de prolongaciones) en nuestros cultivos, sin y con compo magnético, teniendo en cuenta que la temperatura era de 25° C.

Los cultivos sin campo magnético dieron en la primera hora una baja cantidad de células fijadas a la laminilla sin las características prolongaciones. En las horas siguientes la cantidad de células adheridas fue mayor, pero su forma era redondeada.

Los cultivos sometidos a campo magnético de 2.000 oersteds evidenciaron más rápida tendencia a la fijación sobre el vidrio. En el curso de las horas siguientes se pudo observar algunas células con prolongaciones. La orientación de las prolongaciones no guardaba ninguna relación con la dirección de las líneas de fuerza magnética. Se encontró, además, una cierta proporción de células que poseían dos, tres o cuatro núcleos.

Bajo campo de 4.000 y de 6.000 oersteds hallamos, ya en la primera hora, una exuberante fijación al vidrio. No había signos de sufrimiento o de destrucción celular. En las horas siguientes notábase una tendencia de las células a formar colonias; en algunos sectores de la laminilla había prolongaciones protoplasmásticas; y en todos los cultivos existían células multinucleadas (policariocitos).

Hemos analizado especialmente la aparición de células con más de un núcleo. En cultivos sin campo magnético existían ocasionalmente células binucleadas, pero no las hemos encontrado en extendidos de suspensiones de células directamente tomadas de la cavidad peritoneal.

Se procedió a contar el número de células con un núcleo, y con dos, tres y cuatro núcleos. Luego calculábamos, sobre estos datos, el porcentaje de células multinucleadas y la relación entre número de núcleos y número de células. La tabla I da un ejemplo.

TABLA I

Células multinucleadas

Campo : 4.000 oersteds
Temperatura : 25° C
Tiempo de cultivo : 3 horas

Número de núcleos	Número de células
1	394
2	74
3	24
4	8
Total	500

Número de células polinucleadas 106
% 21,2

Cociente entre número de núcleos y número de células :

$$\frac{(394 \times 1) + (74 \times 2) + (24 \times 3) + (8 \times 4)}{500} = 1,09$$

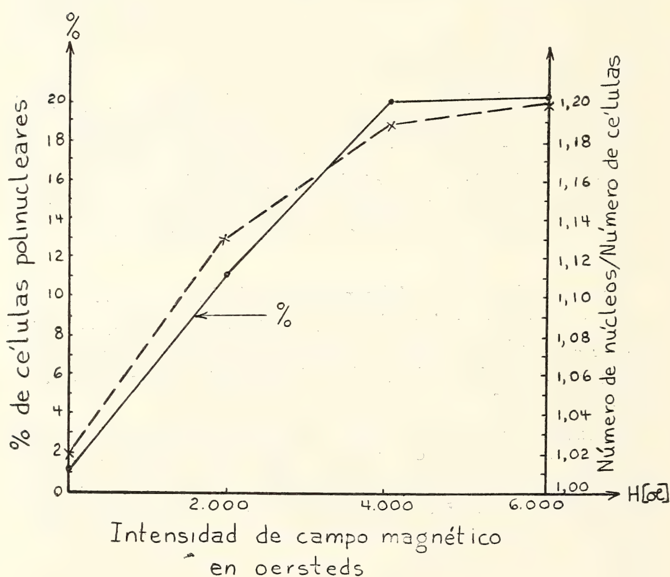


Fig. 2. — Efectos citológicos en función de la intensidad de campo magnético

La tabla II contiene los resultados de todos los cultivos. Dos de los autores contaban independientemente las células y núcleos y luego se promediaba los valores de ambos.

Posteriormente se reexaminaron todos los preparados y se elaboró una segunda tabla, que resultó, en esencia, coincidente con la que damos aquí.

TABLA II

Temperatura : 25° C.

Intensidad de campo [oersteds]	Relaciones citométricas	Horas de cultivo					Promedios
		1	2	3	4 **		
0	N. de N. *	1,004	1,04	1,01	1,030	1,006	
	N. de C.	1,002	1,08	1,04	1,004	1,006	1,02
					1,002		
	°/o de C. P.	0,4	4,0	1,40	3,0	0,6	
		0,2	0,8	1,60	0,3	0,6	1,20
					0,2		
2.000.....	N. de N.	1,1	1,05	1,10	1,09	1,20	
	N. de C.	1,1	1,04	1,03	1,09	1,60	1,13
			1,07	1,07			
	°/o de C. P.	12,2	25,0	17,2	9,0	25,8	
		1,6	4,8	3,6	9,0	6,6	11,00
			7,4	6,8			
4.000.....	N de N.	1,08	1,00	1,20	1,30	1,20	
	N. de C.	1,10	1,08	1,09	1,60	1,20	1,19
				1,10			
	°/o de C. P.	8,8	10,6	21,2	19,4	26,9	
		14,0	7,4	13,8	65,4	19,5	20,10
				17,0			
6.000.....	N. de N.	1,05	1,10	1,40	1,20	1,50	
	N. de C.	1,05	1,03	1,08	1,40	1,20	1,20
				1,20	1,20	1,20	
	°/o de C. P.	5,6	12,2	24,4	24,8	50,8	
		5,8	4,8	8,0	48,8	21,4	20,20
				3,4	20,0	24,2	

* N. de N. : número de núcleos ; N. de C. : número de células ; C. P. células polinucleadas.

** Otros dos tubos (sin campo) dieron, respectivamente, a las 5 horas, 1,001 y 1,8 °/o ; y, a las 7 horas, 1,8 y 0,8 °/o.

Nuestros datos son primarios. Nada podemos decir acerca de su significación estadística. Sin embargo, hemos calculado su media aritmética (a pesar de la gran irregularidad de los valores), acumulando todas las horas para cada intensidad de campo. Puestos esos promedio en un gráfico (fig. 2), se tiene una visión de conjunto más objetiva del comportamiento general. Sólo cabe hablar de determinada tendencia en un dado sentido.

En nuestro estudio precedente (1965-1966) encontramos un efecto más marcado alrededor de los 4.C00 oersteds. En los presentes resultados no existe tal máximo, sino que los efectos crecen conforme la intensidad de campo aumenta.

IV. DISCUSION

Los resultados citomorfológicos obtenidos en esta investigación complementan y amplían los resultados de nuestro trabajo ya mencionado, es decir, la existencia de una "acción estimulante" o "irritante" del campo magnético se expresa no sólo por un mayor número de células en los cultivos [1], sino también por la inducción de policariocitosis, la extensa fijación al vidrio y la eventual generación de prolongaciones citoplasmáticas.

Destaquemos que los cultivos de células monucleares (macrófagos) obtenidos del peritoneo del cobayo, realizados a 25° C, sin aplicación de campo magnético, no emiten prolongaciones al dijarse al vidrio. Sin embargo, bajo campo magnético la proporción de células con tales prolongaciones no es tan grande como cuando el desarrollo tiene lugar a 37° C sin campo magnético.

Existen pruebas experimentales de que las células mononucleares del peritoneo se reproducen cuando son cultivadas *in vitro*.

[1] En nuestro estudio anterior dijimos que los contajes expresaban el número de *macrófagos viables*. Esta afirmación requiere un comentario aclaratorio. Los macrófagos vivos se adhieren al vidrio. La tripsina, agregada para contar la muestra, los despega, y, por observación macroscópica, se puede identificar los macrófagos viables, pues no aparecen tan contraídos como los macrófagos muertos. Sin embargo, después de la fijación con ácido acético hecha en la muestra, la diferenciación resulta bastante difícil. Por lo tanto, es muy probable que nuestros contajes hayan incluido también macrófagos no viables. No obstante esto, no se altera de ningún modo el hecho de que, bajo campo magnético, los cultivos dieron poblaciones diferentes de las de los cultivos sin campo.

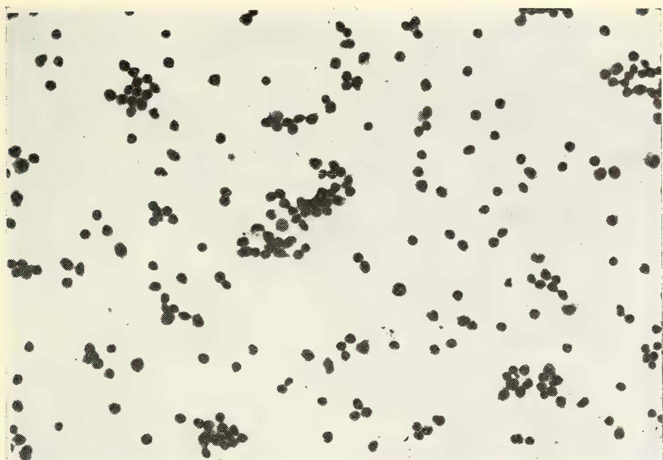


Fig. 3. — Campo Nulo. Tres horas. Células grandes y pequeñas fijadas al vidrio

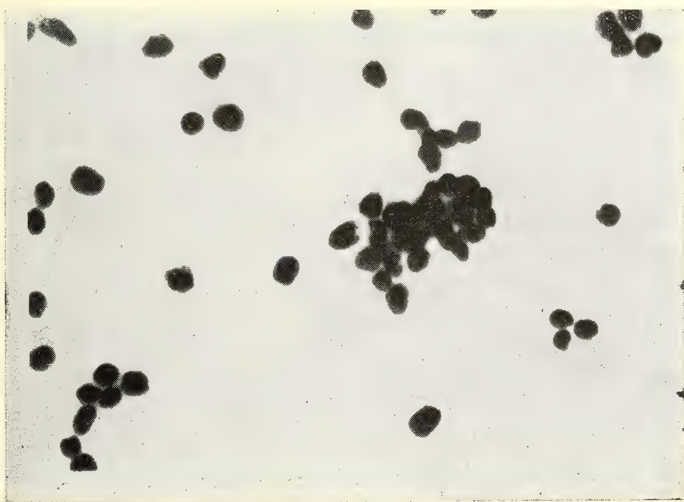


Fig. 4. — Campo Nulo. Cuatro horas. Mayor aumento de la figura 3

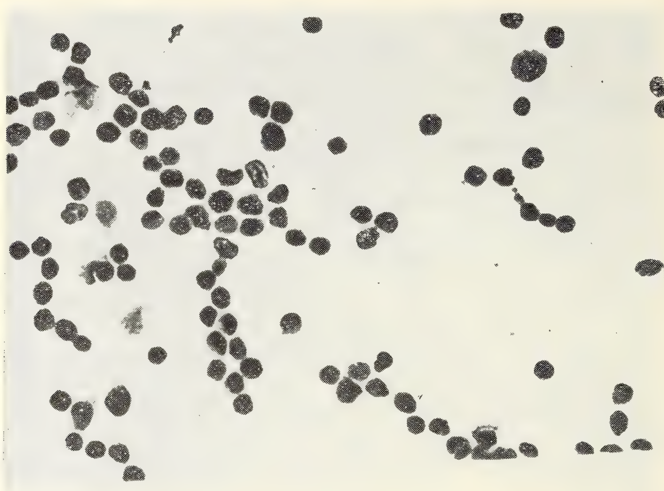


Fig. 5. — 2.000 oersteds. Dos horas. Algunas células con dos núcleos

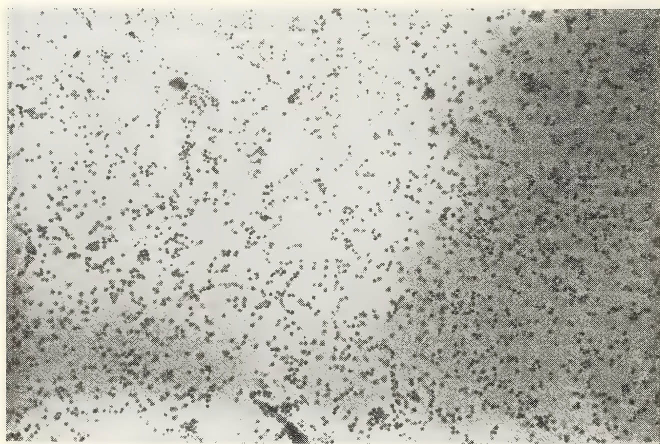


Fig. 6. — 2.000 oersteds. Cuatro horas. Pequeño aumento. Aspecto panorámico. Fijación al vidrio. Acúmulos celulares

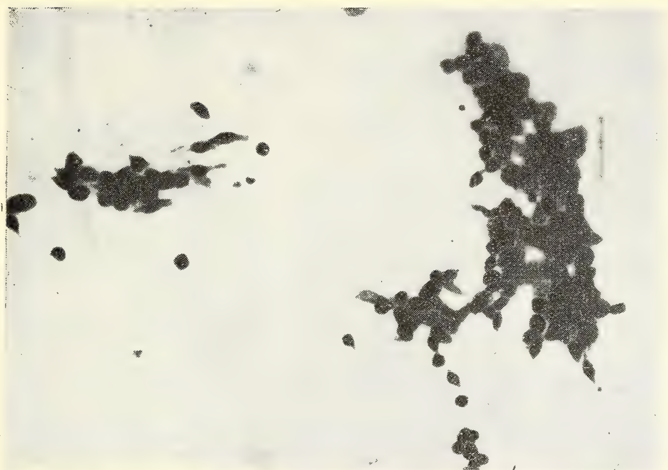


Fig. 7. — 4.000 oersteds. Una hora. Dos acúmulos celulares y prolongaciones citoplasmáticas.

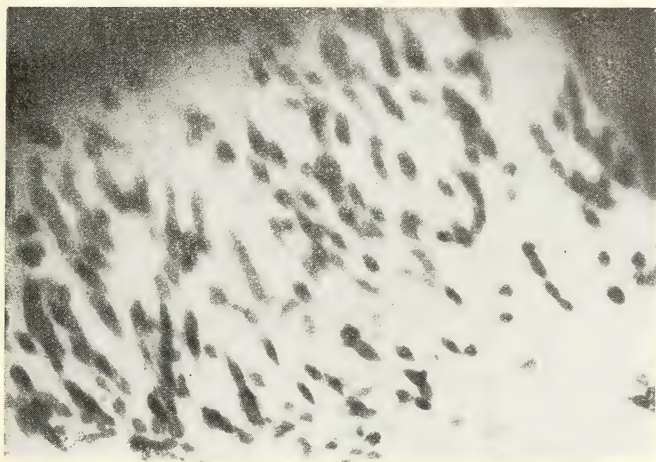


Fig. 8. — 4.000 oersteds. Una hora. Detalle del preparado de la fig. 7. Progongaciones citoplasmáticas. Imágenes como ésta no se encuentran en cultivos de campo nulo

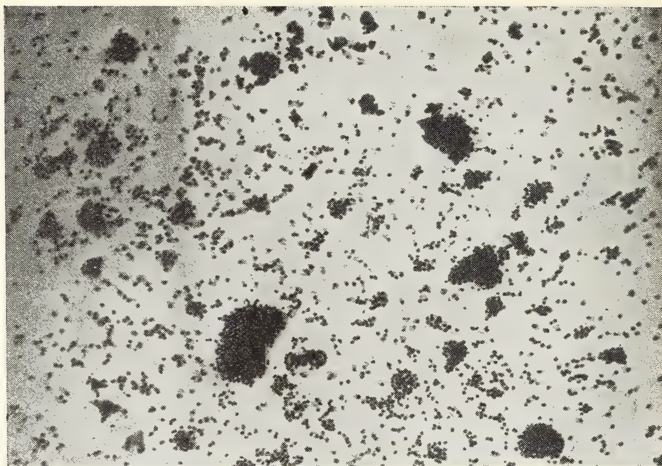


Fig. 9. — 4.000 oersteds. Dos horas. Pequeño aumento. Numerosos acúmulos celulares

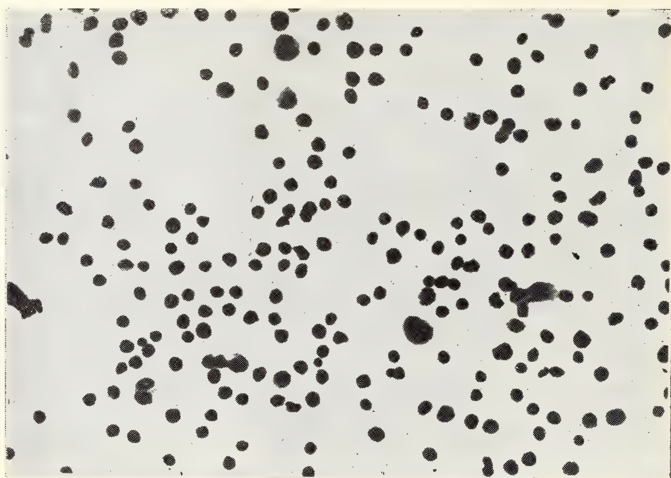


Fig. 10. — 6.000 oersteds. Una hora. Algunas células binucleadas

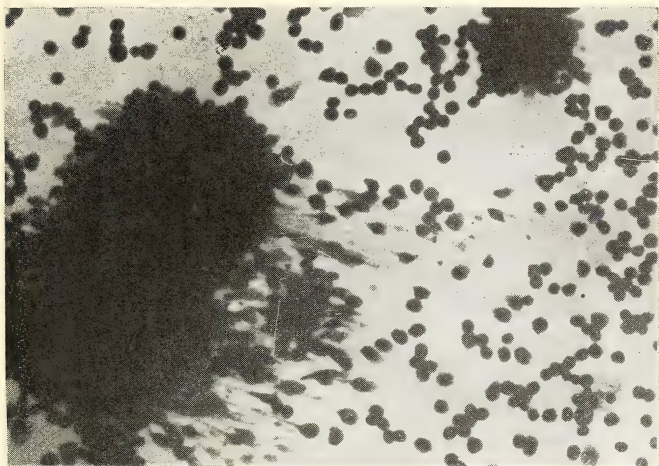


Fig. 11. — 6.000 oersteds. Dos horas. Acúmulo celular y células periféricas con prolongaciones

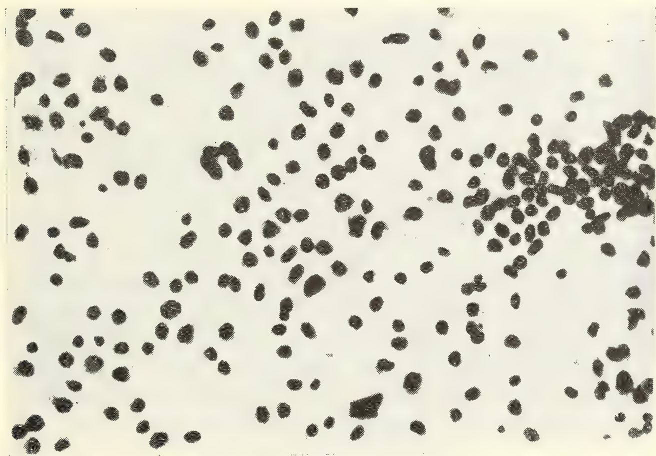


Fig. 12. — 6.000 oersteds. Cuatro horas, Células polinucleadas. Una con cinco núcleos

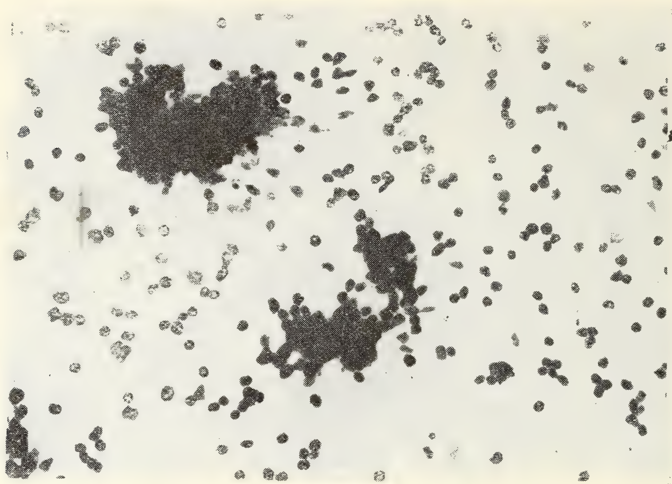


Fig. 13. — 6.000 oersteds. Tres horas. Acúmulos celulares

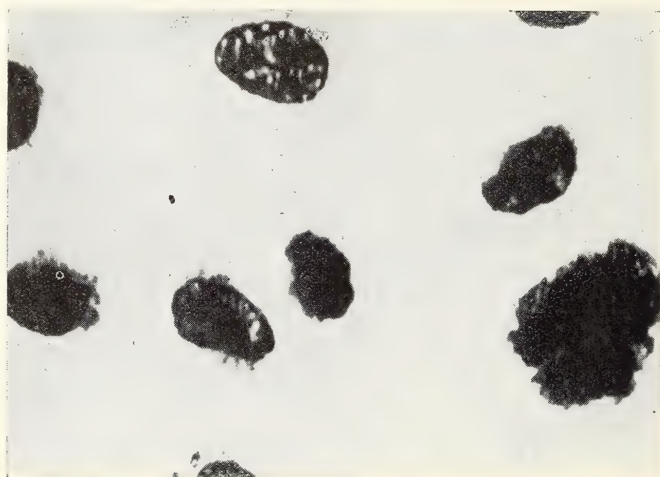


Fig. 14. — 6.000 oerstedes. Cuatro horas. Mayor aumento. Una célula con tres núcleos

Bástenos citar los estudios de Aronson y Elberg (1962). Estos autores han analizado por auto-radiografía cultivos de histiocitos de conejo en medio con timidina tritiada. Durante las primeras 24 horas no había incorporación de la substancia marcada, pero a las 48 horas un considerable número de células aparecían con tal incorporación. Además, células que habían sido marcadas *in vivo*, dieron luego, a las 48 horas, en medio libre de marcador, células binucleadas con igual cantidad de marcador en ambos núcleos. Ocasionalmente se pudo observar figuras mitóticas y división celular.

Cualquier intento de interpretación de la presencia de células multinucleadas no puede ser, por ahora, sino pura especulación.

Quizás el campo magnético tenga un fuerte efecto estimulante sobre los procesos metabólicos que conducen a la síntesis de material nuclear. De hecho, la cinética de las encimas debe, en tal caso, entrar en juego. Los resultados de Conley y colaboradores que hemos referido al comienzo, y de Cook y Smith (1964), Wiley y col. (1964) y Smith (1966) reforzarían el concepto de la existencia de una relación entre campo magnético y actividad encimática.

Una de las consecuencias de las perturbaciones metabólicas sería una alteración de la reproducción celular, de tal modo que habría división nuclear sin la consiguiente división citoplasmática. La inexistencia de figuras de mitosis en las células multinucleadas sugeriría un "cierto tipo de división amitótica".

Por el aspecto que presentan las células multinucleadas, pensamos que ellas no se generan por fusión de unidades celulares aisladas.

Gross y Jahn (1962) y Gross (1962) han encontrado el proceso de multinucleación, así como otras anormalidades morfológicas, en *Euglena* cuando se la cultiva a 35° C, es decir, 10° C por arriba de la temperatura óptima. Tal temperatura determinaría una inhibición mayor de la citoquinesis que de la carioquinesis; o una estimulación de la división nuclear y una inhibición o retardo de la división citoplasmática.

Quizás el campo magnético tenga un efecto sobre las células mononucleares en cierto modo análogo al efecto del aumento de temperatura sobre *Euglena*.

Uno de nosotros (Ferraresi) ha logrado un efecto semejante de inducción de policariocitosis en cultivos de células mononucleares peritoneales provenientes de cobayos en estado de hipersensibili-

dad tuberculínica cuando se adiciona al medio de cultivo el antígeno específico (Ferraresi y Suárez, 1966).

Cabe pensar que la acción biológica de un dado campo magnético depende, entre otras condiciones, de la naturaleza del objeto biológico. Mulay y Mulay (1964) han observado degeneración, picnosis, rexis, citolisis y ruptura de la membrana celular en células tumorales ascíticas (S - 37) cultivadas *in vitro* a 37° C, a las 18 horas, en campo magnético de 8.000 oersteds y una inhomogeneidad de 1.000 oe/cm.

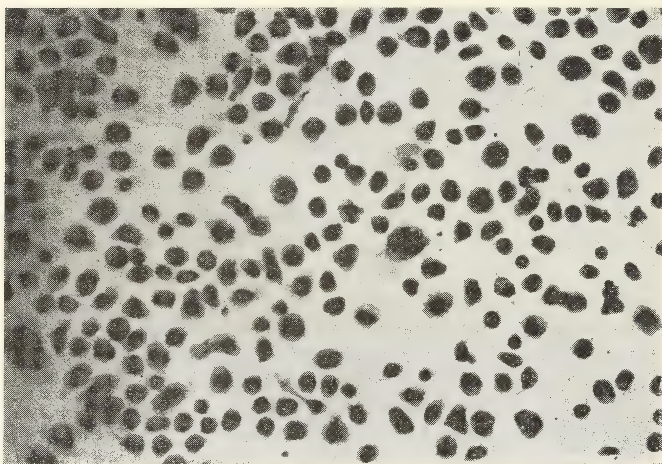


Fig. 15. – 6.000 oersteds. Cuatro horas. Células con dos, tres y cuatro núcleos

Hemos mencionado con algún detalle al comienzo la acción de los rayos Roentgen sobre ciertos fenómenos inmunitarios en razón de que existe una relación, en cierto modo antagonista, entre los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes y los efectos del campo magnético (leucopenia seguida de leucocitosis debidas al campo magnético, y cambios en el síndrome de irradiación debidos a tal secuencia; acción protectora del campo magnético contra la radiación ionizante) (Valentinuzzi, 1960).

Hay, por lo tanto, un vastísimo dominio biofísico para explorar. Los procesos determinados por agentes físicos y biológicos, *in vivo*

e *in vitro*, son múltiples e intrincados. Respecto a la investigación magnetobiológica, la labor debe concentrarse en el aislamiento de fenómenos básicos bien definidos. No disponemos todavía de una teoría eficaz que nos permita predecir e interpretar cuantitativamente tales fenómenos y enmarcarlos lógicamente y coordinarlos con la acción de otros agentes (Valentinuzzi, 1966).

V. CONCLUSIONES

1ª Células mononucleares (macrófagos) del peritoneo de cobayo cultivadas *in vitro*, a 25° C durante cuatro horas, bajo campo magnético, presentan extensa fijación al vidrio, policariocitosis, formación de conglomerados (colonias) y aparición de prolongaciones protoplasmáticas.

2ª Cabe interpretar estos efectos citomorfológicos como expresión de una acción estimulante del campo magnético.

3ª Los cambios citomorfológicos aparecen ya en la primera hora de cultivo y se intensifican en las horas siguientes.

4ª Las modificaciones aparecen ya con campos de 2.000 oersteds, y son más evidentes con 4.000 y 6.000 oersteds.

5ª El campo magnético determinaría la división de los núcleos y estimularía el protoplasma (generación de prolongaciones), pero no se realiza la correlativa división del cuerpo celular, resultando, así, células multinucleadas.

Nota; Agradecemos al Lic. Juan Pablo Bozzini la obtención de las fotomicrografías.

BIBLIOGRAFIA

Aronson, M. y S. Elberg. 1962. *Proliferation of rabbit peritoneal histiocytes as revealed by autoradiography with tritiated thymidine.* Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A., *48*, pp. 208-214.

Conley, C. C., W. J. Mills y P. A. Cook. 1966. *Enzyme activity in macrophages from animals exposed to a very low magnetic field.* Abstracts of the Third International Biomagnetic Symposium. University of Illinois, College of Pharmacy, Chicago, pp. 13-15.

Cook, E. S. y M. J. Smith. 1964. *Inirease of trypsin artivity.* En Biological Effects of Magnetic Fields. (Editor: M. F.Barnothy) Plenum Press, New York.

Ferraresi, R. W. y L. E. Suárez. 1966. *Influencia de la tuberculina sobre ma-*

crófagos sensibilizados cultivados "in vitro". Archivos Argentinos de Alergia (en prensa).

Gross, J. A. y T. L. Jahn. 1962. *Cellular responses to thermal and photo stress. I: Euglena* and *Chlamydomonas*. The Journal of Protozoology, *9* (3), pp. 340-346. J. A. Gross: II: Chlorotic Euglenids and *Tetrahymena*, *9* (4), pp. 415-48.

Gross, L. 1963. *The influence of magnetic fields on the production of antibody*. Proceedings of the First National Biomedical Sciences Instrumentation Symposium. Vol. I, pp. 137-142. Plenum Press. N. York.

Mulay, I. L. y L. N. Mulay. 1964. *Effect on "Drosophila melanogaster" and S-37 tumor cells. Postulates for magnetic field interactions*. En Biological Effects of Magnetic Fields (Editor: M. F. Barnothy). Plenum Press. New York.

Salvin, S. B. y R. F. Smith. 1959. *Delayed hypersensitivity in the development of circulating antibody. The effect of X-irradiation*. The Journal of Experimental Medicine, *109*, pp. 325-338.

Smith, J. 1966. *I: Effect of a homogeneous magnetic field on enzymes. II: Considerations regarding the mechanism of the action of magnetic fields on enzymes*. Abstracts of Third International Biomagnetic Simposium. University of Illinois. College of Pharmacy, Chicago, pp. 22-35; 26-27.

Taliaferro, W. H. y L. Graves Taliaferro. 1951. *Effect of X-rays on immunity*. A review. The Journal of Immunology, *66*, pp. 181-212.

Uhr, J. W. y M. Scharff. 1960. *Delayed hypersensitivity. V.: The effect of X-irradiation on the development of delayed hypersensitivity and antibody formation*. The Journal of Experimental Medicine, *112*, pp. 65-76.

Valentinuzzi, M. 1060. *Recientes progresos en Magnetobiología*. Ciencia e Investigación (Buenos Aires), *16*, nos 7-8-9, pp. 250-264; 310-315.

— 1966. *A Survey of theoretical approaches to magnetic growth inhibition*. The American Journal of Medical Electronics. First Quarter, pp. 35-39.

— R. W. Ferraresi y T. Vázquez. 1965-1966. *Comportamiento de cultivos de macrófagos bajo campo magnético estático homogéneo*. Anales de la Sociedad Científica Argentina. Entrega III-IV, Tomo CLXXX, septiembre-octubre, 1965, pp. 49-83. *Behavior of macrophage cultures under homogeneous static magnetic field*. Abstracts of the Third International Biomagnetic Symposium, University of Illinois, College of Pharmacy, Chicago, March 22-23, 1966, pp. 49-52. *Culture of macrophages under homogeneous static magnetic field*. Experientia (Suiza), 1966.

Wiley, R. H. y colaboradores. 1964. *Magnetic reactivation of partially inhibited trypsin*. En Biological Effects of Magnetic Fields (Editor: M. F. Barnothy). Plenum Press. New York.

CLASIFICACION Y PODER ANTAGONICO DE CEPAS DE «STREPTOMYCES» AISLADAS DE MUESTRAS DE SUELO DE LA REPUBLICA ARGENTINA

Por EDDA ADLER, DIANA I. FERNANDEZ y LIDIA ZAHARZEVSKIJ
Cátedra de Microbiología y Parasitología. Facultad de Ciencias Médicas. Buenos Aires. Argentina

---

RESUMEN

Se clasificaron 44 cepas de *Streptomyces* aisladas de muestras de suelo de la República Argentina, en base a reacciones bioquímicas, utilización de fuentes de carbono, morfología de esporósforos y color del micelio aéreo, micelio substratal, y pigmento soluble, con ayuda de un manual de colores. Se analizó la influencia de las distintas plantaciones y de las zonas geográficas sobre la población de *Streptomyces*.

Se estudió la morfología de los esporos bajo microscopio electrónico, encontrando formas similares en algunas cepas clasificadas como especies iguales.

Se ensayó el poder antagónico de los *Streptomyces* frente a seis microorganismos de prueba.

Dado que cepas clasificadas como especies idénticas presentaron espectros antibióticos distintos, se cuestiona la utilización del mismo como criterio auxiliar en la clasificación de *Streptomyces*.

SUMMARY

Forty-four strains of *Streptomyces* isolated from earth samples of Argentina, were classified based on biochemical reactions, use of carbon sources, morphology of sporophores and colour of aerial mycelium, substractal mycelium and soluble pigment, with aid of a colour handboock. The influence of different plantations and the geographical influence on *Streptomyces* population, were analyzed.

The morfology of spores was studied under electron microscope, finding similar forms in some of the strains classified as identical species.

The antagonistic power of *Streptomyces* was tested against six micro-organisms.

As the strains classified as identical, presented different antibiotic spectrums, the use of it, as an auxiliary criterion in the classification of *Streptomyces*, is questioned.

[1] Dirección actual: Instituto de Fiebre Aftosa. Chorroarín 168. Buenos Aires. Argentina.

INTRODUCCION

La resistencia que ofrecen los microorganismos patógenos frente a los antibióticos hasta ahora conocidos, hace necesaria la búsqueda constante de nuevos agentes bactericidas. El aislamiento de cepas del género *Streptomyces*, la investigación de su poder antagónico y la cuidadosa clasificación de las mismas, sigue siendo motivo de pacientes investigaciones en el campo de la Microbiología y constituye el motivo del presente trabajo.

Se considera también de interés estudiar la influencia de las distintas plantaciones y de las zonas geográficas sobre la población de *Streptomyces* en suelo.

Los autores utilizan el Munsell Book of Color (1929) para "standardizar" los colores del micelio aéreo y substratal y del pigmento soluble, y recomiendan el uso del ISCC-NBC Method of Designating Colors (1955), en caso de utilizar otro manual de colores.

Para la clasificación de los aislamientos se tiene en cuenta las claves del Bergey's Manual (1957), de Pridham, Hesseltine y Benedict (1958), de Gottlieb (1961), de Benedict y colaboradores (1955), de Pridham y Gottlieb (1948) y de Kurosawa y colaboradores (1950).

Las observaciones morfológicas, fisiológicas y bioquímicas se efectúan de acuerdo con sugerencias de Sánchez Marroquín (comunicación personal).

Se completa el estudio de las cepas aisladas mediante observación de los esporos al microscopio electrónico. Según Flaig, Küster y Bentelspacher (1955), los esporos pueden dividirse en tres grupos principales: largo u ovalado, redondo y rectangular. Las formas redondas pueden dividirse a su vez según el aspecto superficial en lisas y ásperas, incluyéndose entre las últimas las formas espinosas, vellosa y verrugosas.

En cuanto al poder antagónico, el método de prueba del espectro antibiótico por estría múltiple, permite ensayar, simultáneamente, cada organismo potencialmente antagónico contra varios microorganismos de prueba.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras tabuladas de 1 a 25 corresponden a distintas plantaciones y fueron tomadas durante el otoño en el Jardín Botánico de Buenos Aires, a 30 cm de profundidad.

Las muestras designadas como A, B y C corresponden al noroeste de Buenos Aires; las D y E, al sudeste de Buenos Aires; las F_1, F_2 y F_3, a la provincia del Chaco; y las G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6, G_7 y G_8, a la provincia de Córdoba. Estas últimas fueron tomadas durante el verano a 30 cm de profundidad.

Para el aislamiento de cepas las muestras de suelo se suspendieron diluidas 1/100 en solución fisiológica. Se decantaron y se estrió un asa del sobrenadante en cajas de Petri conteniendo 15 ml del medio de Lindenbein modificado por Benedict (Porter y colaboradores, 1960), agregando al medio, luego de esterilizado, 100 μ de micostatín por ml, para inhibir el desarrollo de hongos. Para solubilizar el micostatín se utilizó etanol al 70 % en volumen, acidificado con ácido clorhídrico.

Las placas estriadas con suelo se incubaron a 28° C durante 7 días, repicando las colonias de *Streptomyces* sogre agar nutritivo.

Para la conservación de las cepas se ensayó, primero, el método de desecación por vacío en suelo estéril, adoptando, finalmente, la desecación por vacío de un trozo de colonia en agar nutritivo, adsorbiendo la humedad con hidróxido de potasio, y cerrando los tubos a la llama.

La producción de hidrógeno sulfurado se investigó en el medio de agar-hierro de "Difco", adicionado con un 1 % de extracto de levadura.

Para la reducción de nitratos a nitritos se utilizó caldo nutritivo con un 1 % de nitrato de potasio.

Se investigó la acción proteolítica sobre leche adicionada con un 1,5 % de púrpura de bromo cresol, y esterilizada por exposición a vapor fluente durante 3 días sucesivos.

Como substrato en la prueba de utilización de carbohidratos, se empleó el medio basal de Pridham y Gottlieb (1948), adicionado con ramnosa, arabinosa, xilosa, rafinosa y manitol. Los carbohidratos se filtraron por Seitz y se añadieron al medio ya esterilizado en contración final del 1 %.

Para la identificación taxonómica se emplearon los medios de agar-pasta de tomate-avena y agar-extracto de levadura, preparados de acuerdo con las recomendaciones de Pridham, Anderson, Foley, Lindenfelser, Hesseltine y Benedict (1957).

La producción de pigmento melanoideo se estudió en los medios de agar peptona y agar tirosina.

Las descripciones micromorfológicas se ajustaron al esquema de Pridham, Hesseltine y Benedict (1958).

La descripción de los colores se hizo en términos de las seis series básicas recomendada por Pridham y colaboradores (1858).

Las observaciones se efectuaron a los 4, 7, 14 y 21 días.

Para estudiar los esporos con el microscopio electrónico, las cepas se sembraron en agar nutritivo común, incubando a 28° C durante 8 días. Los esporos se suspendieron en agua destilada, colocando una gota de esta suspensión sobre una grilla de cobre recubierta con una membrana de formvar. Al cabo de dos minutos, tiempo necesario para que los esporos sedimenten sobre la grilla, se absorbió el exceso de líquido por capilaridad.

El material así preparado fue fijado en vapores de formol, a 37° C durante 5 minutos. Las grillas fueron observadas con un microscopio electrónico RCA-EMU-2.

Para investigar el poder antagónico se prepararon cajas de Petri con 20 ml de agar nutritivo común, adicionado con 5 % de glicerina para permitir el crecimiento de *Mycobacterium plei.* En la parte media se rellenó con una suspensión de esporos de la cepa particular en estudio, en el mismo medio basal, efectuando previamente un corte en forma de canaleta. Luego de 4 días de incubación a 28° C, las placas fueron sembradas con los distintos organismos de prueba e incubadas durante 4 días más a 37° C.

Los organismos de prueba fueron los siguientes:

1. *Escherichia coli* ATCC 10.536.
2. *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.
3. *Mycobacterium phlei.* Colección Cátedra de Microbiología. Facultad de Ciencias Médicas. Buenos Aires.
4. *Bacillus subtilis* ATCC 6633.
5. *Saccharomyces cerevisiae.* Colección Cátedra de Microbiología. Facultad de Ciencias Exactas. Buenos Aires.
6. *Trichophyton mentagrophytes.* Colección Centro de Micología. Facultad de Ciencias Médicas. Buenos Aires.

RESULTADOS Y DISCUSION

I. *Aislamiento y conservación de cepas*

En la tabla I se muestran los resultados del aislamiento de cepas de *Streptomyces* de tierra correspondientes a distintas plantaciones, así como las contaminaciones encontradas más frecuentemente.

TABLA I

Cepas de «Streptomyces» aisladas de muestras de tierra del Jardín Botánico de Buenos Aires, cercanas a distintas plantaciones

PLANTACIONES	Bacterias	Hongos	Colonias de Streptomyces *
1)Yucca gloriosa	+++	-	1
2)Phyllosta chysnigra	-	-	2
3)Idem 1)	+++	+++	-
4)Osmanthus fragans	-	-	3
5)Cycas revoluta	-	+++	6
6)Cunninghamia lanceolata	-	-	2
7)Brachychiton acerifolium	-	-	4
8)Idem 7)	-	-	4
9)Xylosma pubescens	-	-	6
10)Idem 9)	+++	-	8
11)Ophiopogon jaburan	-	-	6
12)Berberis vulgaris	+++	-	-
13)Chamaecyparis lausoniana	-	+++	-
14)Sequoia sempervirens	-	+++	-
15)Eugenia jambolana	+++	-	3
16)Cryngium ebracteatum	+++	-	1
17)Punica granatum	+++	-	2
18)Rosaceae	+++	-	10
19)Gymnoclaus dicica	+++	-	1
20)Acerineae	-	+++	3
21)Acer negundo	-	-	5
22)Idem 5)	+++	-	1
23)Idem 20)	-	+++	4
24)Nephrolepsis cordifolia	-	-	3
25)Parietaria officinalis	-	-	6

Referencias : + + +, abundante ; —, negativo ; *, Nº de colonias.

Fueron aisladas un total de 81 cepas de *Streptomyces*, encontrando la mayor proporción, aproximadamente el 12 %, en tierras cercanas a la familia *Rosaceae*.

Las tierras 1 y 3, correspondientes a plantaciones de *Yucca gloriosa*, mostraron abundancia de bacterias y de hongos y sólo una cepa de *Streptomyces*.

Las tierras 9 y 10, cercanas a plantaciones de *Xilosma pubescens*, reunieron un 17 % del total de cepas de *Streptomyces* aisladas.

Las tierras 5 y 22, correspondientes a plantaciones *de Cycas revoluta, se* caracterizaron por la abundancia de bacterias (en especial *Pseudomona pyocianea*), y de hongos.

Se tabularon los aislamientos indicando la muestra de tierra a la que pertenece cada cepa mediante números arábigos (de 1 a 25) y las cepas dentro de cada muestra con números romanos.

Estos aislamientos conservados en suelo estéril, mostraron, luego de seis meses, una supervivencia que alcanzaba sólo al 17 %.

Se efectuaron nuevos aislamientos con muestras de suelo de distintos lugares de la República Argentina, encontrando 30 cepas rotuladas como A-1; A-2; A-3; C-1; C-2; E-1; F1-1; F1-2; F1-3; F1-4 F1-5; F1-6; F2-1; Fa-2; F2-3; F2-4; F2-5; F2-6; F3-1; F3-2; F3-3; F3-4; G1-1; G2-1; G2-2; G2-3; G2-4; G5-1; G8-1 y G8-2.

Del total de los nuevos aislamientos un 53 % corresponden a la provincia de Chaco, un 26,6 % a la provincia de Córdoba y un 20 % a la provincia de Buenos Aires.

Ubicándonos geográficamente, podemos apreciar un decrecimiento de norte a sur de la población de *Streptomyces* en la República Argentina.

Estos aislamientos, conservados por desecación de un trozo de colonia sobre agar nutritivo, presentaron una supervivencia de 12 meses luego de su almacenamiento a 4° C.

II. *Clasificación de las cepas aisladas*

La tabla II, muestra un esquema de las características biológicas y morfológicas de las cepas aisladas.

Analizando los resultados encontramos que, sobre 44 cepas, 27 (el 61,4 %), no producían sulfuro de hidrógeno; 16 (36,4 %), daban reacción positiva, y una sola (2,2 %), daba reacción dudosa.

En pasta de tomate-avena, hubo desarrollo negativo en 19 casos

TABLA II

Compendio de las características biológicas y morfológicas de las cepas aisladas

CEPAS	1-I	2-I	4-III	5-I	5-II	9-I	9-V	11-I	17-I	18-IX	20-I	21-V	23-I	25-VI
Color (1)	Am	Am	Gr	Ro*	Ro	Ro	Gr	Az	Gr	Gva	Gva	Am	Gva	Gr
Esporóforos (2)	RF	RF	RF	MV	RF	RF	RF	RF	RA	RF	RF	RF	RF	MV
Sulfhídrico (3)	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Pasta de tomate-avena (4)	-	++	-	+	-	++	++	-	+	++	-	-	++	-
Tirosina (5)	-	-	+	+	+	-	-	+++	-	+++	-	-	+++	+++
Nitrato (3)	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
Leche (6)	a	a	a	-	a	AC	a	A	a	A	a	a	AP	A
Extracto de levadura (4)	+++	+++	+++	++	++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Peptona (4)	+++	++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Manita (4)	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	++	-	-
Arabinosa (4)	-	+	++	-	+	-	-	++	++	+	+	-	-	++
Ramnosa (4)	+	+	+	+	+	++	-	++	-	+++	+	-	++	+++
Rafinosa (4)	+	+	-	+	-	+++	++	++	-	-	-	-	-	+
Xilosa (4)	-	+	++	+	++	+++	-	+	++	++	-	-	++	+

CEPAS	A_1	A_2	A_3	C_1	C_2	E_1	F1-1	F1-2	F1-3	F1-4	F1-5	F1-6	F2-1	F2-2	F2-3	F2-4	F2-5	F2-6
Color (1)	Az*	Gr*	Az*	Bl	Gva	Gva	Bl	Az*	Gr*	Az*	Gr	Ro*	Bl	Gr*	Gr*	Bl	Bl	Gr*
Esporóforos (2)	RA	RF	RA	RF	RF	RF	RF	MV	MV	MV	RF	RF	RF	RF	RF	RF	RA	RF
Sulfhídrico (3)	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-
Pasta de tomate-avena (4)	++	-	++	-	++	-	-	+++	-	+++	-	+++	++	++	++	-	+	+
Tirosina (5)	-	-	-	+	-	+	+++	++	+++	+++	+++	+	++	+++	+++	+++	++	-
Nitrato (3)	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-
Leche (6)	AP	ACP	AP	a	aC	a	ACP	A	ACP	A	AP	A	A	aC	AC	CAP	aC	ACP
Extracto de levadura (4)	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Peptona (4)	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++
Manita (4)	++	-	++	++	-	+	-	++	+	++	+	++	-	++	++	+	-	+
Arabinosa (4)	-	+	+++	++	+	-	+++	+++	++	+++	+	+++	++	++	++	+	+++	+
Ramnosa (4)	+++	++	+++	+	+	++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+++	+++	+++	+	++
Rafinosa (4)	-	-	+++	-	+	++	+	+	++	+++	++	++	+++	++	++	+++	-	-
Xilosa (4)	++	+	+++	++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+

CEPAS	F3-1	F3-2	F3-3	F3-4	G1-1	G2-1	G2-2	G2-3	G2-4	G5-1	G8-1	G8-2
Color (1)	Bl	Gr	Bl	Ro	Bl	Ro	Bl	Gr	Gva	Bl	Bl	Bl
Esporóforos (2)	RF	RF	RF	RA	RF	MV	RF	RA	RF	RF	RF	RF
Sulfhídrico (3)	-	+	+	+	±	-	-	-	-	-	-	+
Pasta de tomate-avena (4)	-	-	+++	+	++	-	-	+	-	++	++	+++
Tirosina (5)	++	++	+++	+	-	+++	+	+++	+	++	-	++
Nitrato (3)	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	±	-
Leche (6)	a	-	A	a	aP	aC	aC	a	aCP	C	a	ACP
Extracto de levadura (4)	+++	++	+++	+++	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Peptona (4)	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Manita (4)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Arabinosa (4)	++	+	++	-	-	++	-	+	-	-	-	+
Ramnosa (4)	+++	+++	++	+	-	-	+	+	+	-	++	+++
Rafinosa (4)	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Xilosa (4)	++	++	+++	-	-	+++	++	-	+	-	+++	+++

Referencias: 1).Color del micelio aéreo esporulante maduro,en el medio de agar peptona,clasificado en series básicas de acuerdo con Pridham y colaboradores(Appl.Microbiol.6,52-79,1958.

Series : Am,amarilla; Bl,blanca; Gva,gris-verdosa-amarillenta; Az,azul(del azul,al azul verdoso,al verde); Ro,roja(rosa,rojo,lavanda,gris lavanda); Gr,gris(Gris claro,gris ratón,marrón grisáceo).

* :Color en algún medio específico distinto de peptona. 2).Esporóforos:de acuerdo con el esquema de Pridham y cols.(cita referencia 1)-RF:recta flexuosa; MV:monoverticilada; RA:reticulum apertum.

3).Sulfhídrico y nitrato: + : positivo; - : negativo; ± : dudoso. 4).Desarrollo: - ;negativo; + :escaso; ++:moderado; +++:abundante.

5).Pigmento melanoideo producido por acción de la tirosinasa.Los signos tienen el mismo valor que en 4). 6). -:negativo; a:alcalinización, A:acidificación; C:coagulación; P:peptonización.

(43,1 %), escaso en 6 cepas (13,6 %), moderado en 14 (31,9 %) y abundante en 5 (11,4 %).

En cuanto a la producción de pigmento melanoideo en medio de agar tirosina por acción de la tirosinasa, la reacción fue negativa en el 31,9 % de las cepas aisladas, escasa en 9 cepas (20,3 %), moderada en 7 (15,9 %) y abundante en 14 (31,9 %).

En leche, un 4,5 % de las cepas dio reacción negativa, un 31,9 % alcalinizó el medio, un 11,4 % dio alcalinización y coagulación, un 2,3 % alcalinizó la leche con coagulación y peptonización, un 2,3 % mostró alcalinización y peptonización sin previa coagulación, un 18,2 % acidificó el medio, un 4,5 % mostró acidificación y coagulación, un 13,3 % dio acidificación, coagulación y peptonización, un 9,0 % acidificó y peptonizó el substrato y finalmente un 2,3 % dio coagulación sin modificar el pH.

En extracto de levadura y en peptona, hubo crecimiento abundante en 86,3 y 90,9 % de los casos respectivamente, demostrando ser los mejores substratos para el desarrollo de *Streptomyces*.

En cuanto a los carbohidratos, el 41 % de las cepas no utilizaron manita, y el resto lo hicieron con desarrollo entre escaso y moderado.

El desarrollo en arabinosa fue negativo en el 31,9 % de las cepas, escaso en el 25 %, moderado en el 29,5 % y abundante en el 13,6 % restante.

En ramnosa hubo desarrollo negativo en un 20,3 %, escaso en un 22.8 %, moderado en un 25 % y abundante en un 31,9 %.

En rafinosa no se observó desarrollo en el 50 % de las cepas estudiadas, siendo escaso en 9 cepas (20,3 %), moderado en 8 (18,2 %) y abundante en las 5 restantes (11,4 %).

En cuanto al color, predominaron las series blanca y gris, cada una con un 27 % del total de las cepas, siguiendo en orden la gris-verdosa-amarillenta (15,9 %), la roja y la azul (cada una con un 11,4 %), y finalmente la amarilla con un 6,9 %.

Con respecto a los esporóforos, fue característica la serie RF en el 72,8 % de los aislamientos, dividiéndose el resto entre MV y RA.

Las fotos 1, 2 y 3 muestran las secciones RF, MV y RA respectivamente.

Efectuando un cuidadoso estudio comparativo con 11 cepas tipo tipo y con ayuda de los esquemas de clasificación citados anterior-

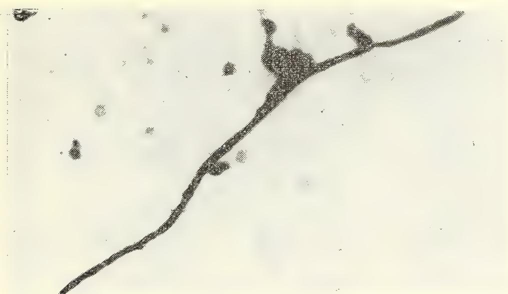


Foto 1. — Sección RF

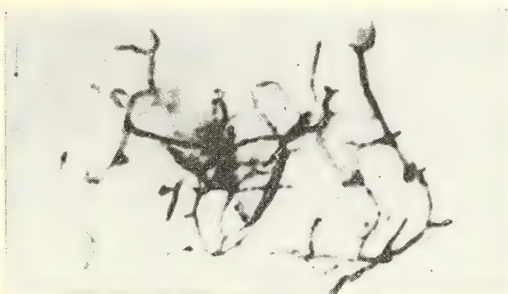


Foto 2. — Sección MV

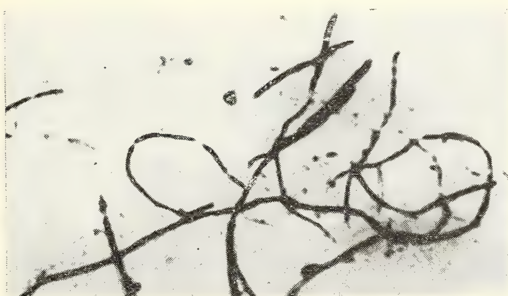


Foto 3. — Sección RA

mente, se clasificaron las 44 cepas aisladas, según se muestra en la tabla III.

TABLA III

Clasificación de las cepas aisladas

Cepa	Designación	Cepa	Designación	Cepa	Designación	Cepa	Designación
1-I	alboflavus	21-V	viridoflavus	F1-3	griseoflavus	F3-2	bikiniensis
2-I	alboflavus	23-I	Sec.RF,Ser.Gva	F1-4	Sec.MV,Ser.Az	F3-3	globisporus
4-III	bikiniensis	25-VI	griseoflavus	F1-5	griseoflavus	F3-4	lavendulae
5-I	venezuelae	A_1	chartreusis	F1-6	fradiae	G1-1	abikoensis
5-II	lavendulae	A_2	olivaceus	F2-1	Sec.RF,Ser.Bl	G2-1	californicus
9-1	oidiosporus	A_3	chartreusis	F2-2	albus	G2-2	alboniger
9-V	griseolus	C_1	Sec.RF,Ser.Bl	F2-3	griseoflavus	G2-3	albus
11-I	coelicolor	C_2	rimosus	F2-4	globisporus	G2-4	griseus
17-I	aureofasciens	E_1	viridocromógenes	F2-5	coelicolor	G5-1	abikoensis
18-IX	viridocromógenes	F1-1	chrysomallus	F2-6	olivaceus	G8-1	bikiniensis
20-1	Sec.RF,Ser.Gva	F1-2	Sec.MV,Ser.Az	F3-1	alboniger	G8-2	globisporus

Sobre 44 aislamientos se encontraron 10 cepas únicas, 8 duplicadas, 2 triplicadas y 1 caudruplicada, correspondiendo en total a 22 especies distintas. No se logró determinar la especie en seis de las cepas aisladas, ubicándolas solamente en secciones y series, de acuerdo con el esquema de Pridham ya citado (1958).

III. *Microscopía electrónica de los esporos*

La tabla IV muestra los resultados obtenidos por observación de las cepas al microscopio electrónico.

Hay concordancia entre la clasificación por reacciones bioquímicas y observaciones morfológicos y el aspecto de los esporos bajo el microscopio electrónico en dos cepas de *S. chartreusis*, tres de *S. griseoflavus*, dos de *S. viridocromógenes*, dos de *S. coelicolor* y dos de *S. alboniger*.

En el *S. olivaceus* encontramos una forma redonda lisa y otra oval también lisa. De tres cepas de *S. globisporus* dos son ovales lisas y una es redonda espinosa. De tres cepas de *S. bikiniensis*, dos son ovales lisas y una es rectangular lisa.

El resto de las observaciones corresponden a cepas individuales.

Observaciones de mayor número de cepas, podrían permitir afianzar la constancia de este criterio, hasta ahora poco usado por la dificultad de disponer de un microscopio electrónico.

TABLA IV

Morfología al microscopio electrónico de los esporos de las cepas de «Streptomyces» aisladas

Especie	Cepa	Forma de los esporos
Chartreusis	A_1	Redondo espinoso
	A_3	Redondo espinoso
Griseoflavus	F1-3	Redondo espinoso
	F1-5	Redondo espinoso
	F2-3	Redondo espinoso
Olivaceus	A_2	Redondo liso
	F2-6	Ovalado
Viridocromógenes	E_1	Rectangular
	18-IX	Rectangular
Globisporus	F2-4	Ovalado
	F3-3	Ovalado
	G8-2	Redondo espinoso
Coelicolor	F2-5	Ovalado
	11-I	Ovalado
Alboniger	F3-1	Rectangular
	G2-2	Rectangular
Bikiniensis	4-III	Ovalado
	G8-1	Ovalado
	F3 -2	Rectangular
Chrysomallus	F1-6	Ovalado

Especie	Cepa	Forma de los esporos
Fradiae	F1-6	Ovalado
Lavendulae	F3-4	Redondo espinoso
Alboflavus	2-I	Redondo liso
Californicus	G2-1	Ovalado
Venezuelae	5-I	Rectangular
Griseus	G2-4	Ovalado
Oidiosporus	9-I	Redondo liso
Griseolus	9-V	Rectangular
Aureofasciens	17-I	Oval con envoltura
RF, Serie gva	20-I	Deformado
RF, Serie gva	23-I	Rectangular
RF, Serie bl	C_1	Oval con membrana
MV, Serie az	F1-3	Redondo espinoso
MV, Serie az	F1-1	Rectangular
RF, Serie bl	F2-1	Oval
Albus	F2-2	Redondo espinoso

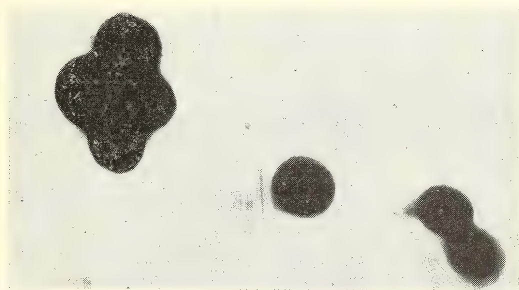


Foto 4. — Forma redonda Aumento : 12.000 X

Las fotos 4, 5, 6 y 7 muestran formas redondas, ovales, rectangulares y espinosas, con aumento de 12.000 X. En la foto 6 se distingue claramente la membrana.

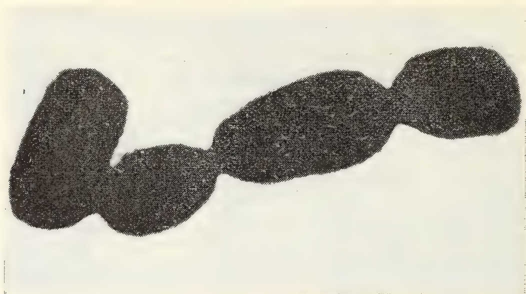


Foto 5. — Forma oval Aumento : 12.000 X



Foto 6. — Forma rectangular Aumento : 12.000 X

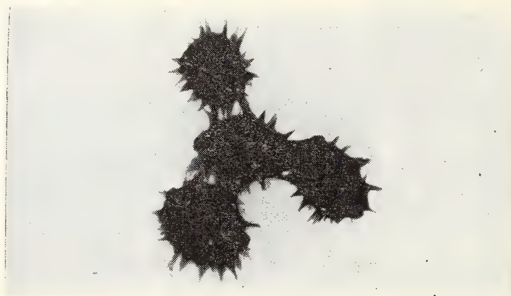


Foto 7. — Forma espinosa Aumento : 12.000 X

TABLA V

Poder antagónico de las cepas de «Streptomyces» aisladas

	Zonas de inhibición (en milímetros)					
Cepas de Streptomyces	E.coli	S.aureus	B.subtilis	M.phlei	S.cerevisiae	T.mentagrophytes
1-I	-	-	-	10	-	-
2-I	-	-	-	-	-	-
4-III	-	10	20	10	-	-
5-I	-	-	-	-	-	-
5-II	-	-	-	-	-	-
9-I	-	-	-	-	-	-
9-V	-	-	-	-	-	-
11-I	-	-	-	4	-	-
17-I	-	-	-	-	-	-
18-IX	-	-	-	-	-	-
20-I	-	-	-	-	-	-
21-V	-	-	-	-	-	-
23-I	-	-	2	-	-	-
25-VI	-	2	2	-	-	-
A-1	-	-	-	-	-	-
A-2	-	-	-	12	-	5
A-3	-	-	-	7	-	6
C-1	-	15	-	-	-	-
C-2	18	-	20	15	-	30
E-1	-	-	-	-	-	-
F1-1	-	-	-	18	-	-
F1-2	4	10	2	-	-	-
F1-3	-	20	-	-	-	-
F1-4	-	-	-	-	-	4
F1-5	-	-	-	20	-	-
F1-6	-	-	-	-	-	4
F2-1	-	-	-	20	-	-
F2-2	-	-	-	-	-	-
F2-3	-	20	-	-	-	-
F2-4	-	-	-	-	-	26
F2-5	-	-	1	15	-	-
F2-6	-	-	-	12	-	5
F3-1	-	-	-	4	-	2
F3-2	-	20	-	-	-	-
F3-3	-	-	-	10	-	-
F3-4	-	13	13	20	6	10
G1-1	-	13	-	13	-	2
G2-1	-	3	4	-	2	-
G2-2	-	-	11	-	-	9
G2-3	-	-	-	-	-	-
G2-4	-	-	-		-	-
G5-1	12	15	17	-	-	18
G8-1	-	15	-	-	-	-
G8-2	-	20	-	3	-	-

IV. *Poder antibiótico*

En la tabla V se muestra el poder antagónico de las cepas de *Streptomyces* aisladas frente a los distintos organismos de prueba, tabulando en milímetros la zona de inhibición.

Se encontró que 15 cepas no presentaron poder antibiótico (9 de las cuales correspondían al primer aislamiento y habían sido conservadas alrededor de 18 meses en el laboratorio), 14 actuaban sólo contra un microorganismo, 8 contra dos, 4 contra tres, una contra cuatro y una sola también contra cinco de los seis microorganismos de prueba.

Solamente dos cepas de *Streptomyces* inhibieron el desarrollo de *S. cerevisiae*, tres inhibieron al *E. coli*, diez al *B. subtilis*, doce al *T. mentagrophytes* y quince a *M. phlei*.

Comparando los espectros antibióticos obtenidos en cepas clasificadas como especies iguales, puede inferirse la inutilidad del mismo como criterio auxiliar en la clasificacón de *Streptomyces*.

Agradecimientos. — Los autores agradecen al Profesor Dr. Pablo Negroni por la dirección de este trabajo y al Profesor Dr. Amando S. Parodi quien facilitó los medios para su realización.

BIBLIOGRAFIA

1. Benedict, R. G., Pridham, T. G., Lindenfelser, L. A. Hall, H. H. and Jackson, R. W. 1955. Applied Microbiol., 3 : 1-6.
2. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 1958. 7th Ed. The Williams and Wilkins Co. Baltimore.
3. Flaig, W., Küster, E. and Bentelspacher, H. 1955. Zbl. Bakt. II (108) : 376.
4. Gottlieb, D. 1961. Applied Microbiol., 9 (1) : 55-56.
5. Kurosawa, H. Kuroya, M. and Ishida, N. 1950. Antibiotics (Japan). 3 : 879-880.
6. Munsell Book of Color. Standard Edition, Munsell Color Company, Inc. Baltimore, Maryland. 1929.
7. Porter, J. N., Wilhem, J. J. and Tresner, H. D. 1960. Applied Microbiol. 8 (3) : 174.
8. Pridham, T. G. and Gottlieb, D. 1948. J. Bacteriol., 56 (1) : 107-114.
9. Pridham, T. G., Anderson, P., Foley, C., Lindenfelser, L. A., Hesseltine, C. W. and Benedict., R. J. 1957. Antibiotics Annual, págs. 947 : 953.
10. Pridham, T. G., Hesseltine, C. W. and Benedict, R. G. 1958. Applied Microbiol. 6 : 52-79.
11. The ISCC-NBC Method of Designating Colors. National Bureau of Standards. Circular 553. United States. Dep. of Commerce, Washington, D. C., 1955.

ATAQUE DEL BORDE DE GRANO Y DE LAS SUBESTRUCTURAS DE DEFORMACION EN ALUMINIO PURO (99,99 %) [1]

Por PABLO KITTL [2]

RESUMEN

Se puso a punto un método metalográfico expeditivo para ubicar figuras de corrosión macroscópicas en los bordes de grano de aluminio puro recristalizado. Aplicando este método al caso de aluminio puro deformado por impacto, se obtuvo una distribución de figuras de corrosión en los bordes de subestructuras y acumulación de las mismas en las zonas donde hay subgranos de deformación. Se discuten e interpretan estos resultados.

SUMMARY

An expeditious metallographic technique has been developed to find macroscopic etch pits on grain boundaries on pure annealed aluminium. This same method is used for pure aluminium deformed by impact, obtaining an etch pit distribution on substructure boundaries and a gathering of them where deformation subgrains are. Results are discussed and interpreted.

INTRODUCCION

El ataque del borde de grano en el aluminio puro recristalizado ha sido estudiado por Braun, Frank y Meyrick (1), por Basset y Edeleanu (2), y por Barceló, Kittl y Rodríguez (3). En el trabajo de Barceló, Kittl y Rodríguez (3) se encuentra una discusión general sobre este tema, a cuyas conclusiones nos referiremos.

[1] Subsidio 312. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina.

[2] Físico del IDIEM. Laboratorio de Microscopía Electrónica. Universidad de Chile, Casilla 1420, Santiago, Chile. Actualmente en Escuela de Educación, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela.

En un trabajo anterior, Kittl y Sabato ([4]) estudiaron, con figuras de corrosión macroscópicas, las subestructuras de deformación producidas por impacto en aluminio puro. Estas figuras se distribuyen en los bordes de zonas de orientación diferente a la del grano, producidas por la deformación, y en las zonas donde hay subgranos de aproximadamente 10-20μ de largo por 1-2 μ de ancho.

Sin embargo, los resultados no fueron tan expeditivos como sería de desear, por lo que el presente trabajo está dedicado a poner a punto este método.

PREPARACION DE PROBETAS Y METALOGRAFIA EMPLEADA

Se usó aluminio de 99,99 % de pureza, preparándose probetas de 50 mm de largo por 15 mm de ancho y 3 mm de espesor. Se obtuvieron estas probetas por sucesivos laminados y recocidos de manera de conseguir un tamaño de grano homogéneo ([4]) Estas probetas fueron deformadas por impacto obteniéndose una deformación del 60 % en 10^{-4} seg; se pulieron en seguida en el electrolito de Jacquet ([5]), 33 % de ácido perclórico y 67 % de anhidrido acético, a 25 volts en un baño refrigerante. Inmediatamente después fueron atacadas con un reactivo compuesto de 2 % FH, 48 % HNO_3 y 50 % H_2O ([3, 4]) durante 3 minutos. Se las estacionó, posteriormente, durante tres semanas, volviéndose a atacar 1 minuto con el último reactivo mencionado y después con un reactivo propuesto por Lacombe y Beaujard ([6]) compuesto de 2 % FH, 48% HCI y 50 % NO_3H. La observación microscópica fue hecha con luz polarizada y las fotos tomadas en colores. Aquí las presentamos en blanco y negro por razones de impresión, lo que ha atenuado un poco el contraste.

RESULTADOS OBTENIDOS

En el caso del aluminio recristalizado se obtuvo (fig. 1) una total concentración de figuras de corrosión en el borde de grano. Para las probetas deformadas por impacto se obtuvo el mismo efecto en los bordes de grano deformados (figs. 2 a 5). Las figuras de corrosión se concentran también en los bordes de subestructuras que se marcan con diferencias de colores, o de intensidad luminosa en las fotos en blanco y negro del presente trabajo. En

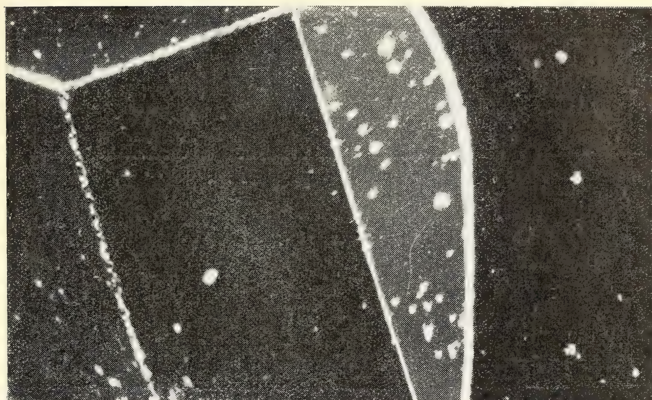


Fig. 1. — Bordes de grano atacados en aluminio recristalizado. 250 ×

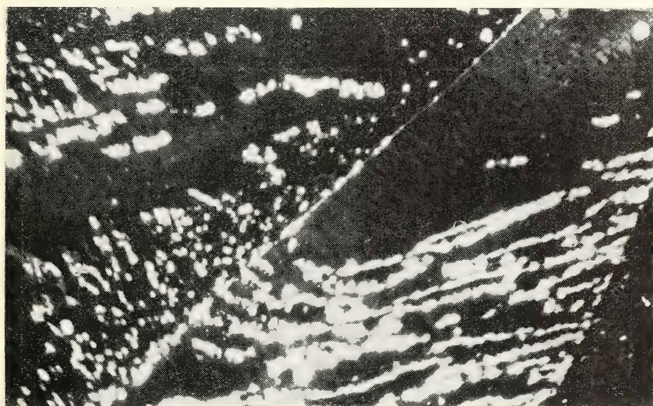


Fig. 2. — Ataque de bordes de grano y bordes de zonas de diferente orientación en aluminio deformado por impacto. 250 ×

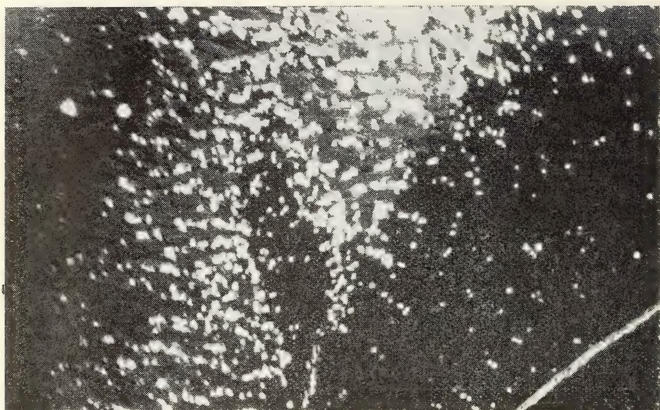


Fig. 3. — Ataque de borde de grano y subgranos en aluminio deformado por impacto. 250 ×

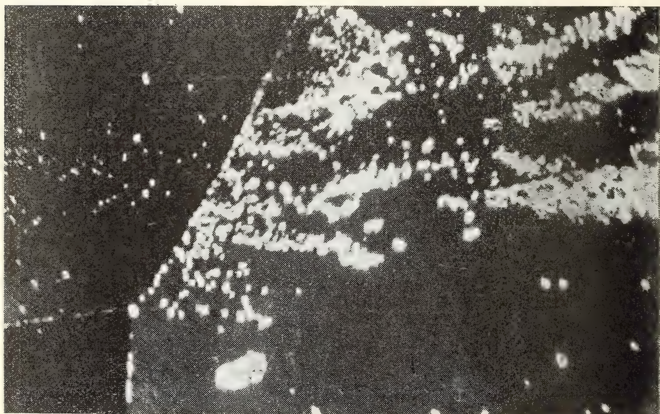


Fig. 4. — Ataque de borde de grano triple y de zonas de diferente orientación en aluminio deformado por impacto. 250 ×

la figura 2 se observan estas zonas, transversales al grano alargado del medio, delimitadas por figuras de corrosión. En el microscopio estas zonas aparecen de diferente color al del grano donde están incluidas. La figura 3 tiene un borde de grano marcado por figuras de corrosión en el ángulo inferior derecho. Transversalmente al grano de la derecha hay una banda de diferente orientación formada por subgranos, y sobre estos subgranos se han formado las figuras de corrosión. Se observa en la figura 4 un borde de grano triple y zonas del mismo tipo que las de la figura 2. La figura 5 muestra un borde de grano que separa dos granos con subgranos de deformación donde aparecen abundantes figuras de corrosión.

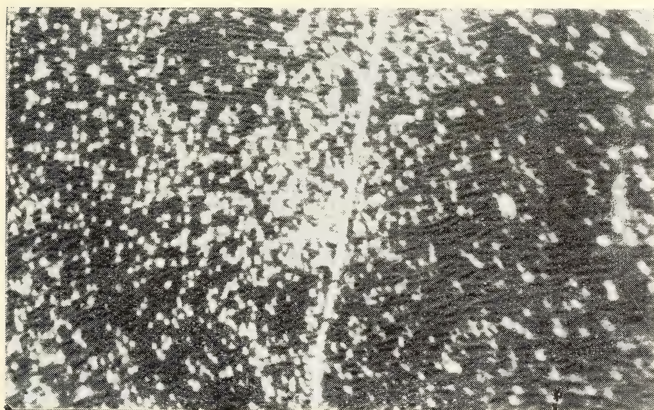


Fig. 5. — Ataque de borde de grano y subgranos de deformación en aluminio deformado por impacto

DISCUSION

De acuerdo a la fenomenología observada, la concentración de figuras de corrosión se produce en los bordes de zonas de diferente orientación, ya sea en los bordes de grano o subgranos de deformación. Este resultado comprobó el obtenido por Kittl y Sabato (4) siendo el método usado en el trabajo presente más expeditivo.

De acuerdo con el trabajo sobre ataque de borde de grano en aluminio puro hecho por Barceló, Kittl y Rodríguez (3), sobre

los efectos producidos por el ataque con el reactivo 2 % FH, 48 % HNO_3 y 50 % H_2O, el efecto de los dos ataques (uno inmediatamente después del pulido y el otro tres semanas más tarde), produce una acumulación de microfiguras en el borde de grano. Es bastante probable que el segundo ataque, que es muy leve, limpie estas zonas de ataque del óxido de aluminio, dejando una capa de óxido en las otras zonas. Esta diferencia es la que se intensificaría con el último ataque, con el reactivo que produce macrofiguras de corrosión.

Agradecimientos. — Al señor R. Alvarez por su ayuda en la redacción y el trabajo fotográfico.

BIBLIOGRAFIA

1. Braun, I.; Frank, F. C. y Meyrick, G. *Grain boundary etching on pure aluminius.* Phil. Mag., vol. 3 (1958), pp. 1312-1317.
2. Basset, G. A. y Edeleanu, C. *Pitting of aluminium at grain boundaries after ageing.* Phil. Mag., ,vol. 5 (1960) pp. 1217-1220.
3. Barceló, C.; Kittl, P. y Rodríguez, G. *Influencia del envejecimiento en el ataque del borde de grano en aluminio (99,99%). Microscopía electrónica por el método de réplicas.* Revista del IDIEM, vol. 5, nº 1 (abril 1966).
4. Kittl, P. and Sabato, J. A. *Substructures produced in aluminium by impact.* Applied Materials Research, vol. 1 (April 1963),pp. 117-119.
5. Jacquet, P. A.*Electrolytic and chemical polishing.* Rev. Met., vol. 1, nº 2 (1956), pp. 157.
6. Lacombe, P. and Beaujard, L. J. *Application of etch figures on pure Al (99,99%) to the study of some micrographic problems.* J. Inst. Metals, vol. 74 (1948), pp. 81-97.

SERIE I, CIENCIAS, Nº 8

MODIFICACION DEL COMPORTAMIENTO ACIDO-BASE DEL ION COBRE (II) POR EL PEROXIDO DE HIDROGENO

Por M. A. COPELLO y E. A. DE DORFMAN

RESUMEN

Se estudiaron las curvas de titulación potenciométrica del ión cobre (II) en soluciones que contenían concentraciones variables de peróxido de hidrógeno.

Se observó una modificación del comportamiento ácido-base de dicho ión por la presencia del peróxido de hidrógeno.

Se da una probable interpretación de los resultados obtenidos.

SUMMARY

Potentiometric titrations of the ion copper (II) were studied in solutions which contained variable concentrations of hydrogen peroxide.

A modification of the acid-base behaviour of the ion copper (II) was observed as a result of the addition of hydrogen peroxide.

A probable interpretation of the results obtained is given.

Es conocido el hecho que agregando a una solución acuosa de sulfato de cobre (II) solución valorada de hidróxido de sodio, son necesarios 1,5 equivalentes de ión hidróxido para precipitar completamente un mol de ión cobre (II). A este respecto existen referencias en Kolthoff, Sandell y Elving (1). Para que la reacción sea reproducible debe agregarse la solución de base lentamente a la solución bien agitada de la sal de cobre (II), siendo ello el fundamento de un método de valoración basidivolumétrico de cobre (II) (2). Según trabajos de Britton (3-4) se formaría una sal básica cuya composición respondería a la fórmula:



$$SO_4Cu, 3\ OCu\ (aq).$$

Si estudiamos la curva de valoración potenciométrica de la solución de cobre (II) observamos al agregar la solución de base un aumento brusco de pH cuando nos aproximamos al punto de pre-

cipitación completa, siendo necesarios 1,5 equivalentes de ión hidróxido por mol de ión cobre (II) para alcanzar un pH 7.

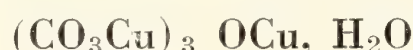
Nuestras observaciones coinciden con los resultados que figuran en la bibliografía respectiva (1-2-3-4).

El objeto de la presente publicación es estudiar las modificaciones del comportamiento ácido-base del ión cobre (II) por el peróxido de hidrógeno, y los fenómenos consecuentes que se producen al neutralizar dichas soluciones.

Al agregar solución de hidróxido de sodio a soluciones que contengan sales de cobre (II) y peróxido de hidrógeno, se observa la producción de un precipitado coloreado, habiendo sido Thenard (5) el primero que publicó este hecho. En la enciclopedia de Gmelin (6) figura la bibliografía completa sobre un compuesto llamado peróxido de cobre (II), similar al descripto por Thenard (5).

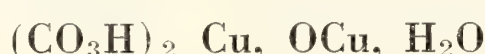
Uno de nosotros (7) estudió la reacción del ión cobre (II) y del peróxido de hidrógeno frente a los aniones carbonato e hidrocarbonato.

Las fórmulas probables de los precipitados obtenidos fueron descriptas; para el carbonato



$$(CO_3Cu)_3\ OCu,\ H_2O$$

y para el hidrocarbonato



$$(CO_3H)_2\ Cu,\ OCu,\ H_2O$$

En el presente trabajo se han estudiado las variaciones de pH producidas por el agregado de soluciones valoradas de hidróxido de sodio, a soluciones de sulfato de cobre (II) y peróxido de hidrógeno.

Se compararon los valores obtenidos en condiciones similares con soluciones de sulfato de cobre (II) en agua destilada, por una parte y soluciones de peróxido de hidrógeno en agua destilada por la otra.

Se efectuaron tres series de experiencias.

Serie 1. Realizada partiendo de soluciones de peróxido de hidrógeno de concentraciones variables desde 0,15 hasta 5 F, a las cuales se les agregó solución de hidróxido de sodio 1 F, observándose las correspondientes variaciones de pH. En tales circunstancias fueron necesarios 0,01 miliequivalentes de ión hidróxido para

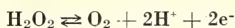
llevar a pH 7 un volumen de 50 ml de la solución de peróxido de hidrógeno 5 F.

Serie 2. Realizada con soluciones de sales de cobre (II) de concentración 0,5 F conteniendo peróxido de hidrógeno de concentración variable, desde 0 hasta 5 F. Estas soluciones se neutralizaron con hidróxido de sodio 1 F y se observó las variaciones de pH producidas por dicho agregado. Para disminuir la descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno se trabajó en baño de hielo y la temperatura del líquido se mantuvo alrededor de los 10° C durante las experiencias.

Cuando la solución no contiene peróxido de hidrógeno se observa la formación de un precipitado color azulado. En cambio cuando lo contiene, al neutralizar, se produce un precipitado de color pardo y un desprendimiento de oxígeno que se hace más intenso cuando el pH es superior a 7. Las curvas del gráfico 1 representan la variación de pH en función de la relación entre los miliequivalentes de ión hidróxido agregado y los milimoles de ión cobre (II) presentes.

Es conveniente observar que en las soluciones de ión cobre (II) que no contienen peróxido de hidrógeno son necesarios 1,5 miliequivalentes de ión hidróxido por milimol de ión cobre (II) para lograr un pH 7, pero a medida que aumentamos la concentración de peróxido de hidrógeno aumenta la cantidad de base necesaria para llegar a dicho pH, alcanzando el valor de 2 miliequivalentes, y manteniéndose constante a pesar de aumentar la concentración de peróxido de hidrógeno.

En el gráfico 2, que se refiere a experiencias hechas una de ellas a temperatura ambiente y la otra en baño de hielo, puede notarse que el efecto que estamos estudiando no es atribuible a la descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno ni a una reducción de acuerdo a la semirreacción



$$H_2O_2 \rightleftarrows O_2 + 2H^+ + 2e^-$$

La curva de la experiencia efectuada a la temperatura ambiente tiende a ser semejante a las obtenidas con soluciones muy diluidas de peróxido de hidrógeno o sin peróxido de hidr6geno. Debe hacerse notar que el precipitado obtenido en baño de hielo es de color pardo y en cambio el obtenido a la temperatura ambiente es de color verde oliva.

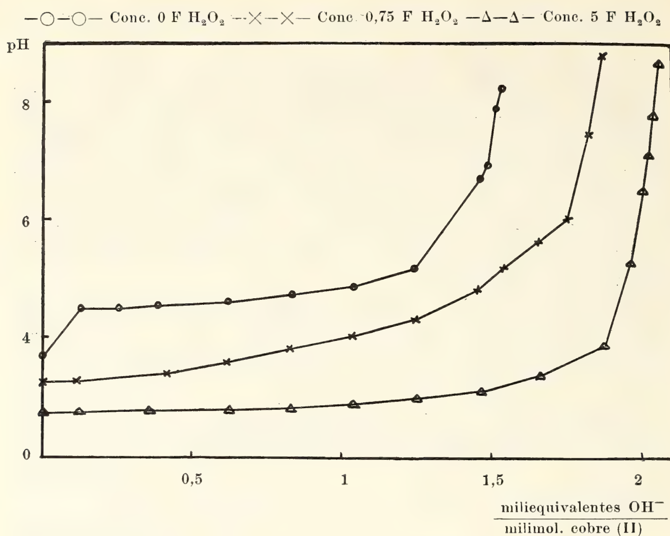


Gráfico 1. — Concentración de cobre (II) 0.5 formal

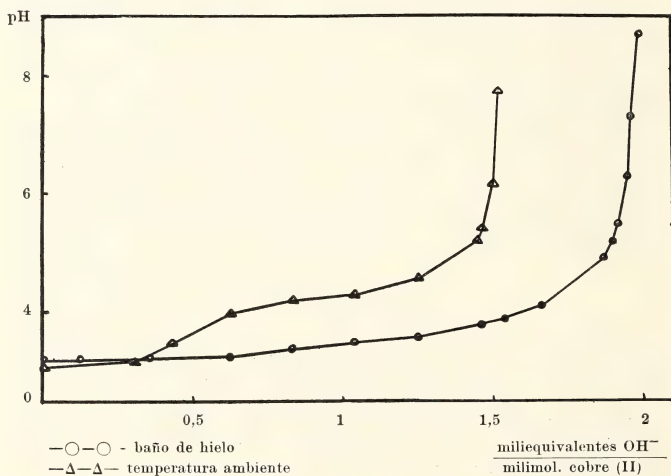


Gráfico 2. — Concentración de cobre (II) 0,5 formal.
Concentración de peroxido de hidrógeno 1,5 formal

Serie 3. Realizada con soluciones de sulfato de cobre (II) de concentración 0,2 F con una concentración de peróxido de hidrógeno variable desde 0 hasta 5 F.

En el gráfico 3 figuran las curvas obtenidas en esta serie, observándose idéntico comportamiento que para la concentración 0,5 F.

La variación de las relaciones de los miliequivalentes de ión hidróxido por milimol de ión cobre (II), a pH 7, en función de la concentración de peróxido de hidrógeno, figura en el gráfico 4.

En las tablas I y II se transcriben los resultados obtenidos. Figurando en la primera columna las concentraciones formales de peróxido de hidrógeno, en la segunda la cantidad de miliequivalentes de ión hidróxido por milimol de ión cobre (II) necesarios para alcanzar un pH 7, y en la tercera la relación de las concentraciones molares de peróxido de hidrógeno y cobre (II).

TABLA I

Concentraciones formales H_2O_2	$\frac{\text{Miliequivalentes } OH^-}{\text{milimol Cu (II)}}$	$\frac{[H_2O_2]}{[Cu(II)]}$
0	1,47	0
0,15	1,61	0,3
0,75	1,83	1,5
1,5	1,98	3
2,5	2,00	5
3,2	1,97	6,4
4,3	2,01	8,6
5	2,02	10

TABLA II

Concentraciones formales H_2O_2	$\frac{\text{Miliequivalentes } OH^-}{\text{milimol Cu (II)}}$	$\frac{[H_2O_2]}{[Cu(II)]}$
0	1,49	0
0,15	1,71	0,75
0,75	1,97	3,75
1,25	1,98	6,25
1,5	1,98	7,5
2,5	2,01	12,5
3,2	2,00	16
4,3	2,03	21,5
5	2,02	25

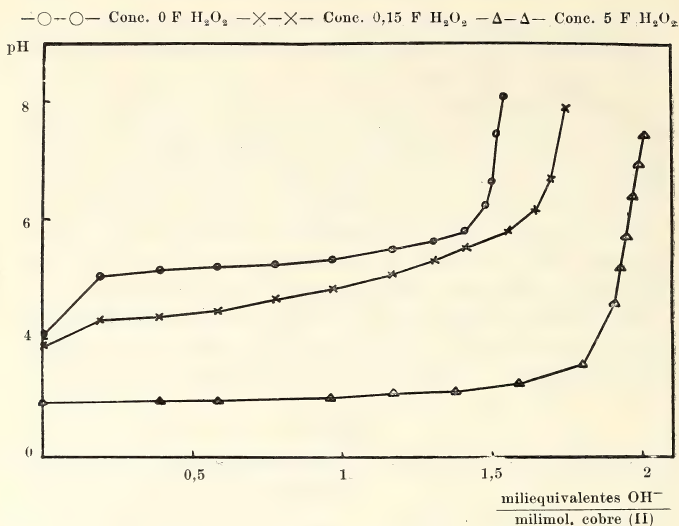


Gráfico 3. — Concentración de cobre (II) 0,2 formal

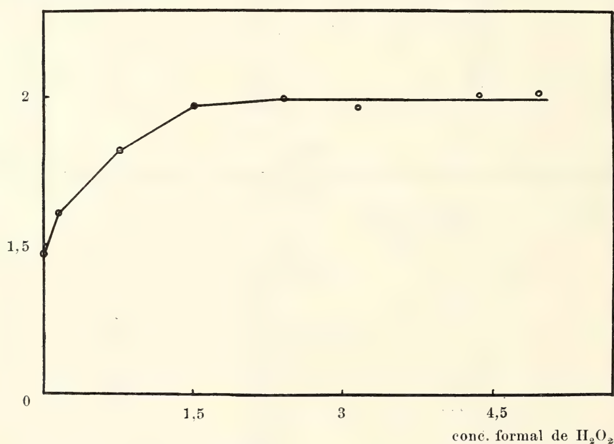
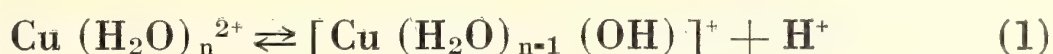
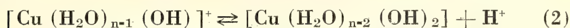


Gráfico 4. — Concentración de cobre (II) 0,5 formal

La probable interpretación de los resultados de nuestras experiencias sería la siguiente: Si consideramos las reacciones de disociación del ácido Cu $(H_2O)_n^{2+}$, en el sentido de Bronsted-Lowry, tendremos las ecuaciones:



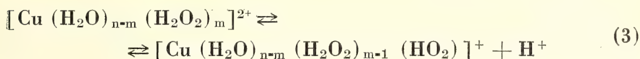
$$Cu\ (H_2O)_n^{2+} \rightleftarrows [Cu\ (H_2O)_{n-1}\ (OH)]^+ + H^+ \qquad (1)$$



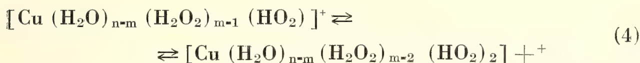
$$[Cu\ (H_2O)_{n-1}\ (OH)]^+ \rightleftarrows [Cu\ (H_2O)_{n-2}\ (OH)_2] + H^+ \qquad (2)$$

a las que corresponden las constantes de equilibrio K_1 y K_2 siendo el valor de K_1 mucho mayor que el de K_2.

Cuando agregamos peróxido de hidrógeno a la solución de cobre (II) parte del H_2O es sustituida por H_2O_2 y llevaría a la formación de otro ácido, cuya disociación sería la siguiente:



$$[Cu\ (H_2O)_{n-m}\ (H_2O_2)_m]^{2+} \rightleftarrows \rightleftarrows [Cu\ (H_2O)_{n-m}\ (H_2O_2)_{m-1}\ (HO_2)]^+ + H^+ \qquad (3)$$



$$[Cu\ (H_2O)_{n-m}\ (H_2O_2)_{m-1}\ (HO_2)]^+ \rightleftarrows \rightleftarrows [Cu\ (H_2O)_{n-m}\ (H_2O_2)_{m-2}\ (HO_2)_2] + {}^+ \qquad (4)$$

Correspondiendo a estas reacciones las constantes de equilibrio K_3 y K_4, de valores semejantes entre sí.

El compuesto [Cu $(H_2O)_{n-m}$ $(H_2O_2)_{m-2}$ $(HO_2)_2$] posteriormente por pérdida de oxígeno se transforma en [Cu $(H_2O)_{n-2}$ $(OH)_2$].

PARTE EXPERIMENTAL

En un vaso de precipitados de 250 ml se midió la cantidad correspondiente a cada experiencia de la solución de sulfato de cobre (II) llevándose a un volumen aproximado de 50 ml, se enfrió la solución en baño de hielo hasta una temperatura interna de 10° C. Se agregó con agitación mecánica, la cantidad indicada en cada caso de milimoles de peróxido de hidrógeno en solución y luego lentamente y manteniendo la agitación, solución de hidróxido de sodio 1 F, desde una bureta. Se midió el pH de la solución a intervalos regulares.

SOLUCIONES USADAS

Solución de sulfato de cobre (II) preparada a partir de sulfato de cobre pentahidratado, controlada por iodovolumetría.

Solución de peróxido de hidrógeno, 30 %, p. a., controlada por permanganivolumetría.

Solución de hidróxido de sodio 1F, controlada según las normas A.C.S. usando como patrón primario ftalato ácido de potasio.

INSTRUMENTAL

Titrímetro Metrohm tipo E 166

Electrodo de vidrio Metrohm modelo E A 109

Electrodo de calomel saturado Metrohm modelo E A 404

CONCLUSION

En el estudio del comportamiento ácido-base del ión cobre (II) solo y en presencia de peróxido de hidrógeno se ha observado una exaltación de la acidez de dicho ión por el agregado del peróxido de hidrógeno, comprobable por las curvas potenciométricas de neutralización con soluciones de hidróxido de sodio.

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Departamento de Química Inorgánica y Analítica

BIBLIOGRAFIA

1. I. M. Kolthoff, P. J. Elving y E. B. Sandell. *Treatise on analytical chemistry.* Part I. Volume 1, pág. 802. New York (1959).
2. J. F. Coetzee. J. Chem. Soc. 2093, (1951).
3. H. T. S. Britton. J. Chem. Soc. 2796 (1925).
4. H. T. S. Britton. *Ann. Repts. on Progr. Chem.* (Chem. Soc. London), *40*, 43, (1943).
5. L. J. Thenard. Ann. chim. Phys. *9*, 51, (1818).
6. Gmelin. Hanbuch der anorganischen Chemic. System Nummer 60, Kupfer, Teil B, Lieferung 1, pág. 133 (1958).
7. L. Rossi y M. A. Copello. La Prensa Médica Argentina. *27*, 1066 (1940).

Recibido el 14 de junio de 1966.

BIBLIOGRAFIA

BARD, ALLEN J. *"Chemical Equilibrium"*, Harper and Row, Publishers, New York, Evanston and London, 1966, 202 páginas con gráficos e ilustraciones.

El libro está destinado a los estudiantes de química al nivel universitario, procurando impartirles conocimientos sobre los métodos para resolver problemas de equilibrio químico en general y de equilibrio iónico en particular y prestando especial atención al balance material y al enfoque de electroneutralidad. También considera problemas de la química ácido-base, etc.

La obra incluye procedimientos gráficos, así como métodos numéricos y con el uso de computadoras. Los capítulos del libro contienen numerosos problemas, cuya solución se requiere al alumno como medio para dominar la materia. Entre los distintos capítulos figuran: cálculo mediante expresiones con constantes de equilibrio; equilibrio ácido-base; equilibrio de solubilidad; equilibrio de complejos iónicos; equilibrio de oxidación-reducción, etc., y además cuatro apéndices.

El volumen presenta un alto interés didáctico. — *Emilio L. Díaz.*

MOISE, E. E. y DOWNS, F. L. *"Geometría Moderna"*, Addison Wesley Publishing Co. Inc., 10-15 Chitty Street, London W. I., 1966, 578 páginas con numerosas ilustraciones. (Traducido del inglés por Mariano García).

Se trata de un muy interesante libro de naturaleza didáctica, destinado a los alumnos de los colegios secundarios.

Escrito de manera llana, amena y clara, y partiendo de un reducido grupo de ideas intuitivas, instruye sin esfuerzo al estudiante. Los conceptos de la matemática moderna son utilizados de manera progresiva, permitiendo una comprensión fácil.

Cada capítulo va acompañado de problemas y/o repasos, cuya resolución y ejecución fijan los conocimientos adquiridos. En las primeras partes del libro se ofrecen referencias históricas sobre el origen de los conceptos geométricos, lo que contribuye a despertar el interés del alumno. En otro aspecto, la forma de presentación de las ideas propende al ejercicio de la imaginación e inteligencia.

Los capítulos que componen la obra son: El sentido común y el razonamiento exacto; Conjuntos, números reales y rectas; Rectas, planos y sepa-

ración; Angulos y triángulos; Congruencias; Un examen más preciso de la demostración; Desigualdades geométricas; Rectas y planos perpendiculares en el espacio; Rectas paralelas en un plano; Rectas y planos paralelos; Regiones poligonales y sus áreas; Semejanza; Geometría cartesiana en el plano; Circunferencias y superficies esféricas; Caracterizaciones y construcciones; Areas de círculos y sectores; y Los cuerpos sólidos y sus volúmenes.

En síntesis, se trata de un valioso libro de texto. — *Emilio L. Díaz.*

VANCE, ELBRIDGE P. "*Introducción a la Matemática Moderna*" Addison-Wesley Publishing Co., 10-15 Chitty Street, London W.I., 1966, 534 páginas con ilustraciones. Traducido por el Dr. Alberto Saenger. Edición bilingüe, castellano-inglés.

Los propósitos del libro incluyen: el educar al estudiante en la naturaleza de la matemática, considerada como un sistema lógico (importancia de definiciones precisas, planteo explícito de las hipótesis y resultados deducidos mediante un razonamiento lógico), y como segundo objetivo, presentar un tratamiento unificado de las ideas fundamentales del álgebra, de la trigonometría y de la geometría analítica, junto con una sólida introducción al cálculo (análisis matemático).

El libro ha sido escrito de manera muy didáctica, con numerosos problemas al final de cada sección, los que al ser resueltos fijan firmemente los conceptos enseñados. El nivel de los alumnos, a los que se destina la obra, es, en algunos aspectos el de los colegios secundarios, y en otros, de preparación preuniversitaria o del primer año de la universidad. Estas fases no están específicamente definidas (como se comprobará al leer los títulos de los capítulos), ya que el tema ha sido enfocado como un encadenamiento paulatino de los conocimientos hasta llegar a la integración.

La gradación de dichos conocimientos está bien realizada. El mismo libro puede constituir un programa de enseñanza, pero su uso para programas preestablecidos requiere una selección cuidadosa de las secciones a utilizar, cosa que debe ejecutar el profesor.

Los títulos de los capítulos son: Conjuntos y números; El álgebra de los números como sistema lógico; Generalizaciones de la lógica del álgebra; Desigualdades, valores absolutos y sistemas de coordenadas; Funciones y su representación gráfica; Las funciones circulares; Funciones lineales; Funciones cuadráticas; Determinantes; Análisis combinatorio y teorema del binomio; Método de inducción; Funciones, límites y continuidad; Derivados; Polinomios; Algunas aplicaciones de la diferenciación; Funciones inversas; Funciones exponencial y logarítmica; Aplicación de las funciones circulares a la resolución de triángulos; Más aplicaciones de las funciones circulares; Números complejos; Secciones cónicas; Integración y cuatro apéndices (tablas), así como respuestas de algunos problemas de numeración impar.

Se trata de una obra sumamente útil y que cumple bien el objetivo de dar una sólida base matemática al alumno que lo requiera para sus estudios ulteriores. — *Emilio L. Díaz.*

INDICE GENERAL DEL TOMO CLXXXII

Correo Argentino Central « B »
Franqueo pagado Concesión N° 1186
Tarifa reducida Concesión N° 6247


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES


BOUND BY

